Niveau(x) d'enseignement 0 Numéro EDUQ 9270130
Centre d'intérêt 854

Conseil de la science et de la technologie (Québec)

Les biotechnologies : un choix stratégique pour le Québec / [Conseil de la science et de la technologie]. -- Sainte-Foy : Le Conseil, 1991.
91 p. ; 24 cm. -- (Avis / Conseil de la science et de la technologie)

Résumé : p. 9-13. Code : 2110-0097; 91-2454. Bibliogr. : p. [71]-76. Glossaire.

ISBN 2-550-22575-9

Descripteur(s) : Biotechnologie * Recherche scientifique * Politique gouvernementale * Plan de développement * Main-d'oeuvre

Identificateur(s) de nom : Québec (Province)

Le document présente d'abord l'état des biotechnologies en 1991, en attirant l'attention sur la situation sur les plans international et canadien, sur les caractéristiques propres au développement des biotechnologies et sur les politiques gouvernementales. Il expose, en second lieu, le plan d'action proposé par le Conseil dans lequel on retrouve la mission du gouvernement, le positionnement stratégique, la stratégie d'intervention et les principaux champs d'application des biotechnologies. Le Conseil propose, globalement, l'utilisation rationnelle des biotechnologies dans des secteurs bien choisis en vue de contribuer au développement économique du Québec.

Type de document :

---

avis

1991

Québec

9270130

Les biotechnologies : un choix stratégique pour le Québec

Décembre 1991

CONSEIL DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE

2050, boul. Saint-Cyrille Ouest
5ᵉ étage
Sainte-Foy (Québec)
G1V 2K8

Téléphone (418) 643-6179

Photocomposition et montage
Traitex Inc.

Conception graphique de la page couverture
Mc gee — concept image

Responsable de l'édition
Jacques Langlois
Responsable des communications
Conseil de la science et de la technologie

Gouvernement du Québec, 1992
Premier tirage, janvier 1992
Dépôt légal : 1ᵉʳ trimestre 1992

Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada

ISBN : 2 — 550 — 22575 — 9

Décembre 1991

Madame Lucienne Robillard
Ministre de l'Enseignement supérieur et de la Science
Gouvernement du Québec
Québec

Madame,

Conformément aux dispositions de l'article 31 de la *Loi favorisant le développement scientifique et technologique au Québec*, j'ai l'honneur de vous transmettre l'avis du Conseil de la science et de la technologie, ***Les biotechnologies : un choix stratégique pour le Québec***.

Je vous prie d'agréer, Madame la Ministre, l'expression de ma très haute considération.

Le président,

Louis Berlinguet

Table des matières

Avant-propos 7

Résumé 9

Recommandations 15

1 Les biotechnologies en 1991 19

1.1 La situation sur les plans international et canadien . 23

1.2 La situation au Québec 28
La formation de la main-d'œuvre 29
La recherche 31
Les champs d'application des biotechnologies au Québec 32
La santé 33
L'agro-alimentaire 36
La foresterie 40
L'environnement 42

1.3 Les caractéristiques propres au développement des biotechnologies 45
L'importance d'une main-d'œuvre qualifiée 46
De longs délais de développement 47
Des difficultés particulières de mise à l'échelle 47
Des coûts élevés et un accès difficile au capital de risque 48
La réglementation 49
Des marchés publics comme leviers importants 49
Une recherche multidisciplinaire 50
La nécessité de masses critiques de chercheurs 50

1.4 Les politiques gouvernementales 51
Sur le plan international 51
La politique canadienne 53
La politique québécoise 54

2 Plan d'action 57

2.1 La mission du gouvernement 58

2.2 Le positionnement stratégique 59

2.3 La stratégie d'intervention 60

2.4 Les principaux champs d'application
des biotechnologies 63
La santé humaine et animale 64
L'agro-alimentaire 66
La foresterie 67
L'environnement 68

Annexes

Bibliographie 71
Glossaire 77
Membres du Comité des biotechnologies 80
Membres du Conseil de la science et de la technologie 81
Organismes et personnes qui ont été consultés ou qui ont
fourni de l'information 83

Liste des tableaux et graphique

Tableau 1 Importance relative des technologies pour la croissance future des économies, selon les décideurs d'entreprises, 1988 (en pourcentage) 22

Tableau 2 Estimation du marché mondial des produits issus des biotechnologies en l'an 2000 23

Tableau 3 Entreprises utilisant les biotechnologies au Canada en 1990 26

Graphique 1 Répartition selon la taille (nombre total d'employés) et les champs d'application des entreprises utilisant les biotechnologies au Québec en 1990 30

Avant-propos

La ministre de l'Enseignement supérieur et de la Science, madame Lucienne Robillard, confiait le 25 avril 1991 au Conseil de la science et de la technologie le mandat de réexaminer la situation des biotechnologies au Québec. Elle souhaitait un tel examen «à la fois pour évaluer l'efficacité des mesures adoptées il y a une dizaine d'années, pour connaître l'état des ressources et les activités des milieux de la recherche et de l'entreprise et pour mieux comprendre la conjoncture susceptible d'éclairer la planification industrielle et gouvernementale».

Elle mentionnait de plus dans sa lettre que le ministre de l'Industrie, du Commerce et de la Technologie, monsieur Gérald Tremblay, «compte élaborer un plan d'action dans le but de stimuler le développement des bio-industries».

L'intérêt que l'on porte aux biotechnologies est tout à fait justifié car ce sont des technologies génériques dont les applications vont favoriser le développement d'un vaste ensemble de secteurs en produisant des composés nouveaux et en modifiant profondément les procédés industriels. Les grands pays industriels l'ont bien compris et y investissent des efforts et des sommes énormes.

Il y a plusieurs années, le Canada a consenti des efforts considérables pour développer les télécommunications, stratégie qui était justifiée étant donné l'étendue de notre territoire et la présence d'équipes de chercheurs universitaires et industriels de fort calibre. Le résultat est que, maintenant, le Canada est considéré comme un des pays les plus d'avant-garde dans le domaine des télécommunications.

Aujourd'hui, le Québec voit s'éroder l'avantage compétitif que lui procuraient la transformation et l'exportation de ses richesses naturelles. Or, il existe chez nous des équipes de chercheurs universitaires et des laboratoires et instituts de grande qualité. L'utilisation rationnelle des biotechnologies dans des

secteurs bien choisis pourrait contribuer énormément au développement économique du Québec. C'est dans cette perspective que le Conseil a abordé l'ensemble des aspects mentionnés dans le mandat que lui a confié la Ministre.

Une attention particulière a été accordée aux stratégies et aux perspectives d'action que le gouvernement du Québec devrait adopter afin de stimuler le développement, l'implantation et l'utilisation des biotechnologies au Québec. Une synthèse des études et des analyses qui ont servi à la préparation de cet avis est également publiée dans un document distinct.

Le Conseil tient à remercier chaleureusement le comité de travail qui a été formé afin de mener à bien ces travaux, comité présidé par madame Andrée G. Roberge et composé de messieurs Marcel Risi et Maurice Brossard, tous membres du Conseil, et de messieurs Jacques Gauthier et Jean Chagnon. Le Conseil tient aussi à remercier le Secrétaire, monsieur Camil Guy, ainsi que le personnel du Secrétariat du Conseil pour leur travail accompli dans des délais relativement courts.

Louis Berlinguet

Louis Berlinguet
Président
Décembre 1991

Résumé

Les biotechnologies : un choix stratégique

Le champ d'action des biotechnologies englobe pratiquement tous les secteurs industriels. Ces technologies génériques constituent l'un des plus importants défis technologiques pour les économies modernes. Bien qu'elles représentent un potentiel certain et important, leur industrialisation est encore en émergence.

Cependant, à leur maturité, les biotechnologies auront un impact fondamental sur la compétitivité de tous les secteurs industriels. Non seulement elles créeront des produits nouveaux, mais elles transformeront radicalement les procédés, notamment dans l'exploitation des richesses naturelles et la préservation de l'environnement.

Emboîter le pas pour faire face à la compétition internationale

Les principaux partenaires commerciaux du Canada et du Québec considèrent les biotechnologies comme étant stratégiques, au deuxième rang après les communications. Ils ont fait des biotechnologies un axe prioritaire de leurs investissements en recherche-développement. Les États-Unis et le Japon sont nettement en avance dans ce domaine, l'Europe faisant des efforts pour se maintenir dans la course.

Le Québec doit être conscient de cet enjeu. Il ne pourra pas davantage se soustraire aux biotechnologies qu'il ne peut actuellement se passer de l'informatique. Une grande partie des bases qui soutenaient son développement économique s'érode, notamment dans le domaine des ressources naturelles. Il faut redresser la situation et les biotechnologies offrent une occasion de le faire. S'il ne relève pas à temps le défi biotechnologique dans des domaines aussi cruciaux que la santé, l'agro-alimentaire,

la foresterie et l'environnement, le Québec risque de passer à côté de facteurs extrêmement importants telle la compétitivité.

L'état des biotechnologies au Québec

Le Québec et le Canada sont beaucoup plus modestes dans leurs efforts de recherche et de développement que les grands pays industriels. Ici, les budgets se chiffrent en millions et non en milliards.

Cependant, sous certains aspects, notamment en recherche fondamentale conduisant à l'utilisation des biotechnologies, les équipes de chercheurs et les laboratoires au Québec sont de calibres comparables à ceux de la plupart des pays industrialisés.

Même si le Québec compte une centaine d'industries identifiées aux biotechnologies, celles-ci sont pour la plupart jeunes et de taille modeste, et concentrées dans le domaine de la santé, de l'agro-alimentaire et, à un moindre degré, dans le domaine de l'environnement.

Au Québec, le passage de l'expérience en laboratoire à l'étape de la démonstration et de la mise à l'échelle industrielle constitue le principal défi lié au développement et à l'utilisation des biotechnologies. Cette étape repose sur la capacité des équipes de recherche universitaires de coopérer avec les entreprises industrielles et le génie-conseil.

Nécessité d'une main-d'oeuvre hautement qualifiée

Les biotechnologies nécessitent une main-d'oeuvre très qualifiée puisque la recherche représente une grand part des activités des entreprises, rendant nécessaire l'emploi de chercheurs et de techniciens de haut niveau.

Aussi bien à l'université qu'au cégep, l'enseignement dans les disciplines de base liées aux biotechnologies est de

qualité et semble répondre pour l'instant aux besoins du marché. Mais une certaine désaffection des étudiants dans les disciplines de base que sont la chimie, la biochimie, la microbiologie, le génie chimique, laisse entrevoir des pénuries dans l'avenir.

Caractéristiques propres aux biotechnologies

Les délais de développement de nouveaux produits et procédés issus des biotechnologies sont longs à cause de facteurs spécifiques : difficultés de mise à l'échelle, sécurité pour l'environnement et les êtres vivants, coûts élevés du développement, complexité de la réglementation allant de la propriété intellectuelle à la durée des brevets et à l'homologation des nouveaux produits.

Néanmoins, tous les gouvernements des pays industrialisés adoptent des politiques visant à diminuer ces entraves et à favoriser des alliances stratégiques pour faciliter les transferts technologiques.

Un plan d'action pour le Québec

Le Conseil de la science et de la technologie est d'avis que l'industrialisation des biotechnologies peut revitaliser plusieurs secteurs de l'activité économique québécoise, traditionnellement axés sur les ressources naturelles.

Le Conseil estime, en outre, que le Québec possède les atouts nécessaires pour jouer un rôle similaire à celui des autres pays industrialisés de même taille dans le développement et l'utilisation des biotechnologies.

Cependant, les moyens forcément limités du Québec exigent le regroupement des efforts et des ressources. De même, l'intervention gouvernementale doit se concevoir dans le cadre d'un réaménagement des moyens existants.

En ce qui regarde les entreprises, le gouvernement doit s'assurer que les politiques concernant la propriété intellectuelle, l'obtention et la durée des brevets et les réglementations soient harmonisées avec les politiques des pays industrialisés compétiteurs. De même, le gouvernement doit maintenir sa politique d'incitatifs fiscaux et promouvoir des alliances stratégiques entre entreprises québécoises et étrangères.

Le Conseil est d'avis que le gouvernement doit apporter son appui au développement de la recherche dans les établissements universitaires et qu'il doit faire en sorte que les maisons d'enseignement supérieur fournissent la main-d'œuvre hautement qualifiée qui sera nécessaire pour le développement des biotechnologies dans les années à venir. Le gouvernement doit aussi encourager la formation de la main-d'oeuvre dans les entreprises.

Le Conseil croit que le Québec peut, par une stratégie appropriée, potentialiser ses atouts dans certains créneaux particuliers, comme celui de la santé, et revitaliser, grâce aux biotechnologies, sa base économique liée à l'exploitation des ressources naturelles, de l'agriculture et de la foresterie, sans oublier l'utilisation des biotechnologies pour résoudre des problèmes liés à l'environnement.

Le Conseil de la science et de la technologie propose au gouvernement du Québec un plan d'action pour y parvenir.

Le gouvernement est invité à soutenir le développement des biotechnologies à la lumière des potentialités d'industrialisation des produits et des procédés et du degré de maturité des intervenants.

Le plan d'action tient compte des forces et des faiblesses ainsi que du degré de maturité propre au développement respectif de quatre principaux secteurs d'application : santé, agroalimentaire, foresterie et environnement .

Le plan comporte une stratégie d'appui à la grande entreprise, en créant un environnement favorable à son développement, et une stratégie d'appui à la petite et moyenne entreprise, en favorisant sa viabilité.

Le soutien gouvernemental à la formation des ressources humaines demeure essentiel, de même que le soutien à la recherche universitaire où s'impose l'impératif de favoriser la création de groupes multidisciplinaires de chercheurs ayant une masse critique.

Le Conseil attire l'attention sur l'importance qu'il y a de sensibiliser le public québécois et de l'informer sur les biotechnologies et les avantages stratégiques que le Québec pourrait tirer de leur développement.

Recommandations

Dans le but d'assurer le développement, l'implantation et l'utilisation des biotechnologies au Québec, le Conseil de la science et de la technologie recommande :

1- Que le gouvernement du Québec reconnaisse les biotechnologies comme **priorité stratégique** pour le développement économique à long terme du Québec.

2- Qu'à cette fin, le gouvernement du Québec prenne les dispositions nécessaires pour appliquer le **plan d'action** proposé par le Conseil dans le cadre du présent avis.

3- Que le gouvernement du Québec, principalement les ministères concernés, prennent les mesures nécessaires pour maximiser la contribution des biotechnologies au développement de l'économie, en particulier dans les secteurs offrant les plus grandes potentialités sur le plan industriel, soit **la santé, l'agro-alimentaire, la foresterie** et **l'environnement**.

4- Qu'à cette fin, le gouvernement du Québec :

a - maintienne des **avantages fiscaux flexibles** pour la recherche et le développement et améliore ceux-ci en les étendant à l'étape de la mise à l'échelle et des essais cliniques ainsi qu'au transfert de technologies ;

b - accentue son appui technique et financier à **l'acquisition de technologies** et développe une stratégie d'aide pour les **petites et moyennes entreprises** ;

c - favorise par un appui technique et financier la formation **d'alliances stratégiques** entre entreprises québécoises et étrangères ;

d - fasse en sorte que la **politique de faire-faire** des ministères et des organismes publics en matière de biotechnologies tienne compte des entreprises industrielles ;

e - favorise la **multidisciplinarité des équipes** de recherche en biotechnologies dans ses programmes d'aide à la recherche universitaire et encourage la formation de **masses critiques** de chercheurs ;

f - adopte des mesures pour stimuler la **coopération entre chercheurs** universitaires, industriels, gouvernementaux et ingénieurs-conseils travaillant en biotechnologies ;

g - tienne compte de l'importance des biotechnologies dans les différents volets du **Fonds de développement technologique**, soit : les projets mobilisateurs, le programme R-D pour les PME, le programme Synergie pour les liaisons universités-industries et le programme de recherche en environnement ;

h - fasse les représentations nécessaires auprès du gouvernement fédéral pour que soit adoptée une **politique de brevets concurrentielle** par rapport à celle du Japon et des États-Unis, notamment en ce qui concerne la couverture des produits brevetables, les délais requis pour l'examen des demandes et les procédures d'homologation, de même que la durée de protection effective des produits brevetés ;

i - adopte, en matière d'efficacité et de sécurité des produits biotechnologiques, une **réglementation harmonisée** avec celle des pays qui sont nos principaux concurrents industriels, et demande au gouvernement fédéral de faire de même dans ses champs d'intervention.

5- Que le gouvernement du Québec établisse une **veille technologique et industrielle** structurée auprès des États-Unis, du Japon et de la Communauté économique européenne (CEE), en étroite collaboration avec les dirigeants des entreprises utilisant les biotechnologies, afin de saisir au maximum les occasions d'affaires qui pourraient se présenter pour l'industrie québécoise.

6- Que le gouvernement du Québec s'assure que les établissements d'enseignement continuent de former en qualité et en quantité suffisantes les **spécialistes dans les disciplines scientifiques de base** qui seront nécessaires pour le développement des biotechnologies.

7- Que soient entrepris auprès du public québécois des **efforts d'information** sur les biotechnologies, leurs fondements scientifiques, leurs applications industrielles, leur potentiel commercial et les avantages stratégiques que le Québec pourrait tirer de leur développement.

8- Que le gouvernement du Québec mette en place un **mécanisme de suivi** de l'application du plan d'action, par lequel des décideurs des milieux industriel, universitaire et gouvernemental se réuniraient annuellement pour faire le point sur les résultats obtenus et sur les actions entreprises, ainsi que pour fixer les objectifs à atteindre chaque année en matière de développement des biotechnologies au Québec.

1

Les biotechnologies en 1991[1]

Les économies industrialisées ont connu plusieurs transformations profondes à la suite du développement et de la diffusion de technologies génériques, c'est-à-dire des technologies dont les applications favorisent le développement d'un vaste ensemble de secteurs, à l'instar de l'électronique. La révolution qu'a provoquée l'électronique a entraîné des modifications profondes non seulement dans les moyens de production d'industries de toutes sortes, mais aussi dans les biens et les services maintenant d'un usage courant chez les consommateurs. Les biotechnologies sont appelées à jouer un rôle tout aussi important dans un proche avenir.

Aux fins du présent avis[2], le Conseil a retenu essentiellement la définition des biotechnologies que le gouvernement du Québec a adoptée en 1982 dans son énoncé de politique *À l'heure des biotechnologies*. Quelques modifications ont été apportées à cette définition en s'inspirant des travaux de l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE), afin d'insister sur des aspects concrets et opérationnels.

---

1. Le présent avis s'appuie sur un document plus détaillé qui apparaît en annexe séparée.
2. Rappelons que le Conseil a formulé en 1985 un *Avis au ministre de l'Enseignement supérieur, de la Science et de la Technologie sur le développement industriel des biotechnologies au Québec*, Conseil de la science et de la technologie, avis no 85.03, mai 1985.

Définition des biotechnologies

Les biotechnologies sont l'ensemble des méthodes, des procédés et des techniques qui, appliqués à des micro-organismes, cellules humaines, animales ou végétales ou à des fractions de celles-ci, visent à concevoir, développer et produire de nouvelles molécules et cellules, de nouveaux organismes et procédés ou encore à améliorer ceux déjà existants, en vue d'une exploitation industrielle, soit la production ou l'amélioration de biens et services et leur mise en marché.

Cette définition inclut, par exemple, les techniques biotechnologiques nouvelles, telles que les recombinaisons de l'ADN, les fusions cellulaires, les techniques nouvelles liées aux procédés de fermentation, les techniques nouvelles liées aux connaissances des procédés immunologiques des corps vivants, les nouvelles technologies de reproduction, etc. Le développement du génie des procédés est également important pour l'ensemble des biotechnologies, le développement du génie des procédés.

Des technologies de nature générique

Grâce aux percées scientifiques qui ont permis de comprendre le fonctionnement de l'organisme vivant, les biotechnologies ouvrent de nouveaux horizons. Elles permettent d'améliorer, entre autres, les techniques thérapeutiques, les techniques diagnostiques, les techniques de reproduction et de sélection des animaux et des végétaux ainsi que les techniques de production de biens.

Elles commencent à donner naissance à une gamme de nouveaux produits et de procédés, notamment dans les domaines de la santé humaine et animale, de l'agriculture, de la sylviculture et de l'alimentation. De plus, des applications nouvelles se développent dans d'autres domaines ; par exemple, on utilise des organismes vivants pour extraire des métaux, pour décontaminer les sols et les eaux pollués par de multiples produits toxiques.

Les applications actuelles des biotechnologies

L'industrie pharmaceutique s'intéresse de plus en plus aux biotechnologies ; celles-ci permettent de développer de nouveaux médicaments et des tests diagnostiques pour la santé humaine et animale.

En agriculture, les biotechnologies permettent de produire en grand nombre des plantes et des animaux transgéniques ; les modifications génétiques visent à produire des variétés nouvelles plus résistantes aux maladies ou encore donnant un meilleur rendement de croissance.

Les biotechnologies permettent aussi d'améliorer notre production forestière. On peut produire de nouvelles variétés d'arbres plus résistants aux parasites et insectes ; on développe aussi des biopesticides qui sont plus discriminants et moins dommageables aux autres organismes de l'environnement que les pesticides traditionnels.

L'environnement est un autre champ ou les biotechnologies auront un apport majeur. Des bioréacteurs sont expérimentés pour le traitement des rejets d'usines ; des techniques de biofiltration sont de plus en plus utilisées et des micro-organismes permettent, par biolixiviation, l'extraction de métaux.

Les biotechnologies vont occasionner des transformations profondes sur les plans technologique et économique. Elles offrent l'occasion de revitaliser l'économie du Québec qui est en bonne partie basée sur des secteurs de ressources naturelles. Elles peuvent aussi contribuer à la mise en œuvre de la nouvelle stratégie industrielle du gouvernement[3]. Enfin, les

---

3. Voir à ce sujet *Vers une société à valeur ajoutée*, Allocution de monsieur Gérald Tremblay, Ministre de l'industrie, du Commerce et de la Technologie faite à l'occasion de sa conférence de presse annuelle, Ministère de l'Industrie, du Commerce et de la Technologie, décembre 1991.

biotechnologies s'inscrivent dans les stratégies de l'entreprise d'avant-garde visant la conquête des marchés nouveaux.

D'une enquête internationale menée auprès d'industriels, il ressort que ceux-ci perçoivent les biotechnologies comme une des principales technologies (la seconde en importance après les communications) sur lesquelles s'appuiera la croissance économique dans les années futures (tableau 1).

Tableau 1
Importance relative des technologies pour la croissance future des économies, selon les décideurs d'entreprises, 1988 (en pourcentage)

	É.-U.	Europe	Japon	Asie	Moyenne
Communications	14,6	26,4	25	34,6	26,0
Biotechnologies	**12,5**	**30,0**	**29**	**17,3**	**22,2**
Supraconductivité	3,1	10,3	21	12,2	11,6
Électronique	11,5	10,3	14	10,3	11,5
Ordinateurs	22,9	5,6	7	7,8	10,8
Industrie spatiale	4,2	4,0	2	7,7	4,5
Matériaux industriels	2,0	6,9	1	2,6	3,1
Transport	4,2	0,6	1	5,1	2,7
Autres	25,0	6,9	0	2,6	8,6

Source : The Japan Economic Journal, *oct. 15, 1988.*

Bien que les biotechnologies puissent encore être caractérisées comme étant en émergence, l'impact économique de ces technologies est de plus en plus important ; en particulier, dans les domaines de la santé humaine et animale, de l'agro-alimentaire, de la foresterie et dans plusieurs sphères d'activités liées à l'environnement.

1.1 La situation sur les plans international et canadien

Le marché mondial des produits issus des biotechnologies était de 2,5 milliards de dollars U.S. en 1985 et devrait atteindre 66,1 milliards de dollars (dollars U.S. de 1985) en l'an 2000 (tableau 2). Il s'agirait donc d'une croissance annuelle moyenne de 24 %, croissance d'autant plus remarquable qu'elle est mesurée en dollars constants.

Le secteur de la santé se distingue très nettement de tous les autres. En l'an 2000, il devrait représenter 68 % du marché mondial des biotechnologies. Par ailleurs, l'agro-alimentaire représenterait 21,5 % de ce marché et, loin derrière, viennent les autres secteurs et champs d'application (tableau 2).

Tableau 2
Estimation du marché mondial des produits issus des biotechnologies en l'an 2000

	Milliards de $ US de 1985	Part du marché en %
Santé	45,0	68,0
Agro-alimentaire	14,0	21,5
Équipement et instrumentation	4,8	7,0
Environnement	2,0	3,0
Chimie	0,3	0,5
Total	**66,1**	**100**

Source : Les biotechnologies au Québec : la conquête d'un nouveau monde. *Legault, Grysole et Associés inc., mars 1989, données provenant du Stanford Research Institute*, The World Biotech, *1987*.

Depuis le début des années 70, l'attrait pour les biotechnologies a suscité la création de centaines d'entreprises dans le monde, dont près de la moitié aux États-Unis. La prédominance des États-Unis dans le développement des biotechnologies et le rôle des petites et moyennes entreprises (PME) est à souligner. Cette prédominance s'explique par la tradition d'entrepreneurship dans les milieux universitaires et par la disponibilité de capitaux de risque. Les progrès les plus spectaculaires ont été réalisés par les «nouvelles sociétés de biotechnologies» américaines, pour la plupart des PME. Elles ont assuré et assurent encore une grande partie des recherches les plus risquées, constituant en quelque sorte des centres de recherche d'avant-garde.

De plus en plus, cependant, les entreprises émergentes en biotechnologie créent des alliances avec d'autres entreprises nationales et multinationales et, parfois, sont acquises par ces dernières. Ce faisant, ces entreprises modifient les orientations et les champs d'action des grandes sociétés. Beaucoup de grandes entreprises américaines, après avoir attendu quelque progrès manifeste, consacrent aujourd'hui des investissements considérables dans les biotechnologies, souvent jusqu'à plus de 200 millions de dollars par année en R-D[4].

Mais aussi plusieurs PME en biotechnologie, particulièrement aux États-Unis, disposant de compétences rares et plus proches du monde universitaire, se développent de façon autonome en obtenant des contrats de recherche substantiels des grandes entreprises américaines.

En Europe ce sont les entreprises multinationales qui, après avoir hésité elles aussi, commencent à investir fortement dans les biotechnologies. Ces investissements se concrétisent en grande partie par des alliances diverses avec des petites sociétés de biotechnologies aux États-Unis, confirmant ainsi l'esprit

4. Margaret Sharp, «David et Goliath ou l'entreprise de biotechnologie», L'observateur de l'OCDE, n° 164, juin-juillet 1990.

d'entrepeneurship des chercheurs américains et une longue tradition de collaboration entre les universités et les entreprises. Elles acquièrent également des entreprises dans d'autres pays ou y implantent parfois leurs activités de recherche-développement.

Quant au Japon, les grandes sociétés chimiques et pharmaceutiques y effectuent des investissements considérables en biotechnologie et rattrapent rapidement les Américains. Il y aurait environ 300 entreprises faisant de la recherche sur les biotechnologies, et plus de 150 grands groupes industriels utiliseraient les biotechnologies dans leur production. Le marché japonais de l'an 2000 en biotechnologie est estimé à 35 milliards de dollars[5].

Le marché des produits et procédés issus des biotechnologies n'appartient cependant pas aux seuls grands pays ou blocs commerciaux. Il n'y a qu'à mentionner la Suisse pour constater le contraire. Mais il s'agit, il est vrai, d'un petit pays caractérisé principalement par la présence d'entreprises multinationales dans l'industrie chimique et pharmaceutique.

Dès 1987, d'autres pays de taille modeste, comme par exemple les Pays-Bas, occupaient déjà une part non marginale du marché mondial. Ce pays joue, en effet, un rôle important en biotechnologie, surtout dans le domaine agro-alimentaire, qu'il s'agisse de la recherche fondamentale et appliquée, ou de la production industrielle et de la commercialisation de produits ou de procédés. Cela tient à l'existence d'entreprises dynamiques et aussi à la volonté, depuis le début des années 80, du gouvernement néerlandais d'apporter son soutien à ce secteur de l'économie. Pour des raisons similaires, le Danemark a aussi réussi à percer sur les marchés mondiaux dans certains champs d'application des biotechnologies.

5. Selon les estimations du Japanese Industry Development Center, voir *Promoting the Competitive Environment for the Industrial Activities Based on Biotechnologies within the Community*, document de la CEE, Bruxelles, avril 1991. Cette donnée ne peut être comparée à celle de 66 milliards $ US citée précédemment, les estimations ne provenant pas de la même source et ayant été faites à des périodes différentes.

Enfin, il faut souligner que le Canada et le Québec ne sont pas exclus de la course. Cependant, l'industrie canadienne, selon Ernst & Young[6], est considérée comme un arrivant tardif, un jeune acteur, dans le domaine des biotechnologies dominé par les États-Unis et le Japon. Au Canada, on dénombre environ 376 entreprises identifiées aux biotechnologies en 1990[7] (tableau 3).

Tableau 3
Entreprises utilisant les biotechnologies au Canada en 1990

	Nombre d'entreprises	Répartition en %
Colombie-Britannique	74	19,7
Alberta	25	6,6
Saskatchewan	8	2,1
Manitoba	4	1,1
Ontario	143	38,0
Québec	92	24,5
Nouveau-Brunswick	7	1,9
Nouvelle-Écosse	15	4,0
Île-du-Prince-Édouard	6	1,6
Terre-Neuve	2	0,5
Total	**376**	**100**

Source : Canadian Biotechnology Directory 1990-1991, *Association canadienne de l'industrie de la biotechnologie et the Canadian Institute of Biotechnology, Winter House Scientific Publications inc.,1990.*

6. *Canadian Biotech '89, On the Threshold*, Ernst & Young, 1989.
7. Canadian Biotechnology Directory 1990-1991.

Il est malheureusement impossible d'évaluer avec précision l'importance économique des activités en biotechnologie des entreprises canadiennes et québécoises. Si, pour certaines des entreprises, le chiffres d'affaire est entièrement relié à l'utilisation des biotechnologies, pour la majorité des entreprises canadiennes et québécoises les biotechnologies sont des technologies qu'elles développent ou adaptent (activités de R-D) ou encore qu'elles utilisent pour améliorer leurs procédés de production. Dans ce cas, les entreprises ne peuvent pas toujours imputer à leur chiffre d'affaires la part exacte relevant de l'utilisation des biotechnologies[8].

À cet égard, les études de la firme Ernst & Young montrent que les entreprises canadiennes en biotechnologie sont semblables aux entreprises américaines, sauf en ce qui concerne la taille relative de celles-ci. En comparaison des entreprises américaines et pour tous les secteurs confondus, les entreprises canadiennes investissent une part équivalente de leurs ventes en R-D, le volume des ventes par employé est du même ordre que celui des entreprises américaines et les perspectives de croissance du marché, telles qu'elles sont évaluées par les entreprises, sont similaires.

C'est plutôt l'environnement économique et législatif qui particularise les entreprises canadiennes. D'une part, celles-ci agissent sur un marché national moins important que les entreprises américaines; leur viabilité est plus rapidement liée aux marchés extérieurs. D'autre part, les entreprises canadiennes font face à une législation concernant les brevets et l'usage des produits biotechnologiques qui est moins compétitive que dans la plupart des autres pays, tant de la CEE que des États-Unis.

---

8. La situation en biotechnologie n'est pas différente de celle rencontrée en informatique. Maintenant, la grande majorité des entreprises utilisent l'informatique comme technologie bien qu'on ne puisse évaluer directement l'importance économique de ces activités dans l'entreprise, sauf quand celle-ci produit un bien ou un service informatique.

1.2 La situation au Québec

Le Québec est un acteur modeste parmi les quelques pays dans le monde qui ont les bases nécessaires pour occuper une part du marché mondial des biotechnologies, mais il possède des atouts dans des créneaux qu'il doit renforcer et exploiter.

Le Québec est au deuxième rang, après l'Ontario, quant à l'importance industrielle des biotechnologies au Canada. Selon les données de 1990 de l'Association canadienne de l'industrie de la biotechnologie, on dénombre 24,5 % des entreprises canadiennes en biotechnologies au Québec, comparativement à 38 % en Ontario (tableau 3). La répartition des entreprises selon les principaux champs d'application est relativement similaire dans les deux provinces.

La croissance rapide du nombre d'entreprises actives en biotechnologie au cours des cinq dernières années fait en sorte que plusieurs jeunes entreprises sont en phase de démarrage, dans tous les domaines d'application des biotechnologies (graphique 1).

Au Québec comme ailleurs, les jeunes entreprises en biotechnologie sont pour la plupart au stade du développement d'un produit ou d'un procédé. Cette étape de développement s'appuie sur un effort intensif de recherche et exige un personnel scientifique hautement qualifié. On observe en effet, chez les entreprises identifiées aux biotechnologies au Québec, une proportion d'environ 24 % de Ph. D. en comparaison de 10 % en moyenne pour l'ensemble des entreprises ayant des activités de R-D[9].

---

9. Selon les données préliminaires de l'enquête sur les entreprises en biotechnologie au Québec en cours au ministère de l'Industrie, du Commerce et de la Technologie du Québec, 1991.

La formation de la main-d'œuvre

Les ressources humaines qualifiées dans le domaine des biotechnologies sont un facteur déterminant du succès des entreprises. Le développement des biotechnologies commandera dans les années à venir une main-d'œuvre qualifiée dans plusieurs champs disciplinaires, notamment en biochimie, en biologie, en microbiologie, en chimie, en génie chimique, en génie civil et en génie industriel.

Les connaissances scientifiques et techniques et le savoir-faire qui caractérisent ces disciplines comptent pour beaucoup dans le développement de technologies. Mais soulignons que **les biotechnologies ne constituent pas une discipline en soi**.

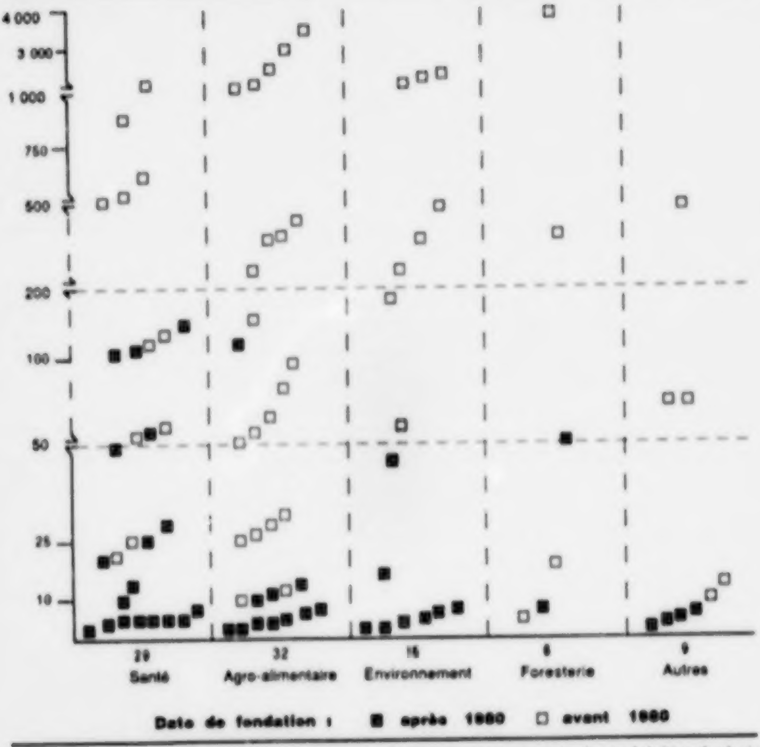
Comme le mentionnait le Conseil des universités dans un avis en 1984[10], le développement des biotechnologies exige une formation de qualité dans les disciplines scientifiques concernées et une plus grande ouverture à des préoccupations multidisciplinaires. Le Conseil des universités recommandait aux universités de trouver les **moyens d'accroître les interactions entre les disciplines de base** mentionnées précédemment **et les disciplines du génie**.

Au collège comme à l'université, l'enseignement au Québec, dans les disciplines de base liées aux biotechnologies, est de qualité et semble répondre pour l'instant aux besoins du marché. Les établissements d'enseignement consacrent des efforts particuliers comme en font foi les cours nouveaux dans plusieurs disciplines visant à sensibiliser les étudiants aux biotechnologies.

En matière de diplomation totale le Québec produit, relativement à sa population, autant de baccalauréats, de maîtrises et de doctorats dans les disciplines liées aux biotechnologies qu'ailleurs au Canada. Le Québec produit proportionnellement

10. *Avis du Conseil des universités au ministre de l'Éducation sur la formation en biotechnologie*, Conseil des universités, avis no 84.5, octobre 1984.

Graphique 1
Répartition selon la taille (nombre total d'employés) et les champs d'application des entreprises utilisant les biotechnologies au Québec en 1990



Sources : Canadian Biotechnology Directory 1990-1991, *Association canadienne de l'industrie de la biotechnologie et Canadian Institute of Biotechnology, 1990*; Québec Biotechnology Company Directory, 1990, *Industrie, Sciences et Technologie Canada, document préliminaire, 1990 et informations provenant de l'enquête du ministère de l'Industrie, du Commerce et de la Technologie du Québec, en cours, automne 1991.*

plus de diplômés dans les domaines de la santé que dans le reste du Canada ; on observe une performance moindre en ce qui concerne la diplomation dans les domaines de la santé animale et de la biologie.

Mais une certaine désaffection des étudiants dans les disciplines de base propres au développement des biotechnologies est observée tant au collégial qu'au premier cycle universitaire. En effet, de 1986 à 1990, la croissance des inscriptions diminue, de même que celle de la diplomation. Les premières données disponibles quant aux inscriptions à l'automne de 1991 dans les programmes techniques au collégial semblent indiquer, cependant, une augmentation.

Même si la main-d'œuvre des entreprises québécoises identifiées aux biotechnologies est actuellement qualifiée, des pénuries pourront survenir dans un proche avenir dans plusieurs professions et en particulier chez les chimistes, les biochimistes, les microbiologistes et les ingénieurs chimistes[11].

Il y a eu, par ailleurs, une ouverture dans plusieurs disciplines et les étudiants, particulièrement des deuxième et troisième cycles, sont sensibilisés à la dimension multidisciplinaire des biotechnologies.

La recherche

Au Québec, la recherche utilisant les techniques liées aux organismes vivants est diversifiée. Les activités de recherche des universités portent aux deux tiers (66 %) sur des sujets liés à la santé humaine et animale, suivis par les secteurs de l'agroalimentaire, de la foresterie et de l'environnement. Cependant,

11. *The Chemical Professions in Canada : Employment and Education for the Future*, Chemical Institute of Canada, 1991 ; *Besoins en compétences biotechnologiques de l'industrie de la santé humaine : 1988 à 2000*, McIntyre Engineering Consultants Ltd., août 1988 ; *Besoins futurs du Canada en personnel scientifique et technique hautement qualifié*, Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada, 1989 ; *L'adaptation des entreprises aux nouvelles technologies*, Conseil de la science et de la technologie, 1990.

les coopérations dans le cadre d'activités de recherche entre les disciplines du génie et les autres disciplines scientifiques, notamment la biochimie, la chimie, la biologie, demeurent un objectif à atteindre. Il faut trouver les moyens d'encourager de telles activités qui sont essentielles à la résolution des problèmes associés au développement, à l'implantation et à l'utilisation des biotechnologies.

En ce qui a trait à la R-D industrielle en biotechnologie, on constate sensiblement les mêmes répartitions sectorielles des activités de recherche : plus de 60 % des activités se font en santé et près de 20 % en agro-alimentaire ; l'environnement et la foresterie sont sensiblement à égalité en ce qui touche les activités de recherche des entreprises.

Enfin, du côté des laboratoires et centres gouvernementaux provinciaux et fédéraux situés au Québec, la santé (humaine et animale) récolte la majeure partie des investissements en recherche (41 %), suivie de l'environnement (18 %), de l'agro-alimentaire (14 %), de la foresterie et de la biologie végétale (10 %)[12].

Il est opportun de rappeler la responsabilité conséquente de l'entreprise qui consiste à maintenir une formation et un perfectionnement continus pour le personnel qualifié et hautement qualifié.

Les champs d'application des biotechnologies au Québec

Actuellement, au Québec, les biotechnologies sont surtout développées dans les secteurs de la santé et de l'alimentation. Mais elles promettent des débouchés dans d'autres champs d'application à très grande valeur économique dans l'avenir, tels la foresterie et l'environnement.

12. Une catégorie regroupant les autres activités qui ne sont pas spécifiquement liées aux domaines précédents compte pour environ 16 % des dépenses de la recherche exécutée par les gouvernements fédéral et québécois.

Les paragraphes qui suivent donnent un aperçu des forces et des faiblesses en biotechnologie par champ d'application au Québec.

La santé

Dans tous les pays où les biotechnologies sont présentes, le secteur de la santé humaine et animale est celui où il y a les plus importantes retombées économiques. En effet, le plus haut niveau d'investissement en R-D ainsi que le plus grand nombre de produits commercialisés sont jusqu'à aujourd'hui le fait de ce secteur. À cet égard, le Québec ne fait pas exception.

Malgré cela, les percées des biotechnologies sont toutes récentes et contrairement aux attentes d'il y a dix ans, les succès commerciaux sont encore relativement peu nombreux. Cependant, beaucoup de nouveaux produits sont, en 1990, au stade des essais cliniques. Aux États-Unis, plus de 80 % des entreprises identifiées aux biotechnologies investissent dans les infrastructures qui leur permettront de mettre en marché les nouveaux produits qu'elles prévoient de commercialiser dans les prochaines années[13].

Au Canada, le secteur de la santé humaine et animale est passablement bien développé. En effet, en 1990, on dénombrait environ 135 entreprises, dont 102 étaient actives en biotechnologie[14]. Plus de 40 % des entreprises canadiennes du secteur de la santé (environ 54 entreprises) se trouvent au Québec, dont 29 ont indiqué des activités reliées aux biotechnologies (graphique 1).

Pour l'ensemble du Canada, les dépenses de R-D en biotechnologie des entreprises du domaine de la santé sont évaluées à environ 40 millions de dollars; en comparaison des investissements en R-D des entreprises américaines du secteur, l'écart est considérable, soit de l'ordre de 25 : 1[15].

---

13. *Biotech 90 : Into the Next Decade*, G. S. Burill, Ernst & Young, N. Y., Mary Ann Liebert Inc., publishers, 1989.
14. *Survol du secteur pharmaceutique, données sur le Canada et le Québec*, Ministère de l'Industrie, du Commerce et de la Technologie du Québec, sept. 1989
15. *Canadian Biotech '89, On the Threshold*, Ernst & Young, 1989.

Le secteur pharmaceutique au Québec est constitué, d'une part, par des entreprises filiales de multinationales pour lesquelles les biotechnologies représentent une faible part de leurs activités de recherche ; et, d'autre part, par des PME qui, pour plusieurs, consacrent la grande majorité de leurs activités au développement de nouveaux produits et procédés à l'aide des biotechnologies. La situation des entreprises de ce secteur au Québec ressemble à la situation qui prévalait il y a quelques années aux États-Unis ; elle est caractérisée par une majorité de jeunes et petites entreprises qui espèrent mettre au point de nouveaux produits. Cependant on observe depuis peu une forte réorganisation du secteur aux États-Unis : regroupements et acquisitions d'entreprises, alliances stratégiques sont de plus en plus importantes maintenant que les innovations atteignent le stade de la commercialisation[16].

Les biotechnologies dans le domaine de la santé

Dans le domaine thérapeutique les biotechnologies ont permis la mise au point d'une série de nouveaux médicaments à base de protéines comme l'insuline humaine; par ailleurs les anticorps monoclonaux produits par les biotechnologies sont fréquemment utilisés pour des tests diagnostiques courants tant chez l'être humain que chez l'animal.

IAF-Biochem International inc., fondée à partir de la Division des produits biologiques de l'institut Armand-Frappier, se spécialise, entre autres, dans la recherche, le développement et la commercialisation de trousses diagnostiques.

IAF-Biovac ltée, fondée en 1990 à la suite de la cession de la division IAF Production inc. par l'Institut Armand-Frappier, se spécialise dans la commercialisation des vaccins humains, bactériens et viraux (diphtérie, coqueluche, tétanos, hépatite B, etc.) et le développement de nouveaux vaccins (polio, rougeole, influenza).

16. Voir *Biotech '92 : Promise to Reality*, par G. S. Burill and K. B. Lee, Jr. Ernst & Young, 1991.

Forces et faiblesses en santé

Le Québec possède un certain nombre d'atouts dans le secteur de la santé humaine et animale. Le tissu industriel pharmaceutique y est passablement important et plusieurs petites et moyennes entreprises sont spécialisées dans le domaine des biotechnologies. En particulier, le Québec a développé un créneau lié à la mise au point de trousses diagnostiques et de vaccins pour la santé humaine et animale. Trois des plus importantes entreprises québécoise se spécialisent dans ce domaine et commercialisent entre autres ces produits.

Ces entreprises sont appuyées par un important bassin de chercheurs importants venant des milieux universitaires. Plus de 69 % des activités de recherche en biotechnologie dans les universités au Québec se font dans les domaines de la santé humaine et animale. À cela, il faut ajouter des centres et instituts dont certains sont de calibre international ainsi que des infrastructures importantes de recherche réparties dans les universités et les centres hospitaliers.

Cependant, une des contraintes propres aux entreprises du domaine de la santé humaine et animale est l'ampleur du capital nécessaire pour soutenir toutes les phases de développement d'un produit, phases qui s'étalent sur plusieurs années (en moyenne de 7 à 10 ans). Les **coûts du développement** de produits nouveaux sont plus élevés dans ce secteur que dans les autres, car les produits doivent être expérimentés cliniquement et extensivement pour recevoir l'approbation des organismes de contrôle.

Les entreprises québécoises dans le domaine de la santé humaine et animale, mais aussi dans les autres domaines d'application des biotechnologies, constatent qu'elles ont de la difficulté à rassembler le financement nécessaire sur les marchés, car les retours attendus le sont à très long terme. Il faut cependant mentionner que les incitatifs fiscaux et les autres formes d'aide aux activités de R-D au Québec sont très avantageux et constituent un appui extrêmement important.

Pour remédier à ces difficultés de financement visant le développement et la commercialisation de produits, certaines entreprises québécoises ont établi des ententes et créé un **réseau d'alliances stratégiques** avec d'autres entreprises au Québec et ailleurs, couvrant tous les aspects, de la recherche au développement et à la commercialisation.

L'agro-alimentaire

Le secteur agro-alimentaire, aux fins de la présente analyse, englobe à la fois la production — animale et végétale — et la transformation des aliments. Le champ des applications biotechnologiques est vaste. Il s'adresse tout autant aux techniques de reproduction, de sélection et de croissance des animaux et des végétaux, à l'horticulture, aux fertilisants, à l'aquaculture qu'aux techniques de transformation des aliments ainsi qu'à la valorisation des résidus issus de la transformation des aliments. C'est un vaste champ où les biotechnologies sont traditionnellement implantées et où, en corollaire, les progrès rapides des connaissances scientifiques sont appelés à modifier profondément ces secteurs.

Les États-Unis, le Japon et l'Europe constituent les principaux pôles de l'utilisation des biotechnologies dans le secteur agro-alimentaire, comme dans bien d'autres secteurs. Aux États-Unis, les petites entreprises ont réussi à se tailler une place dans la commercialisation de produits innovateurs issus des biotechnologies. Le Japon est maintenant considéré comme le principal concurrent mondial des États-Unis dans les applications commerciales des biotechnologies. Les entreprises japonaises ont une longue tradition dans les techniques de fermentation et la plupart des firmes qui s'intéressent aux biotechnologies ont une assise financière solide. Quant à l'Europe, les applications des biotechnologies dans l'agro-alimentaire y sont importantes au Royaume-Uni, au Danemark, en France et en Allemagne.

Au Québec, comme dans la plupart des pays, l'agro-alimentaire est parmi les secteurs économiques les plus importants, production et transformation confondues. La structure économique y est très diversifiée et l'agriculture est fortement subventionnée par les gouvernements. La production agricole et l'élevage sont le fait d'une multitude de PME, essentiellement des propriétaires dirigeants de fermes, regroupés dans des syndicats de producteurs et au sein de coopératives pour la vente de leurs produits, coopératives qui se sont fédérées.

Les biotechnologies sont encore plus présentes, par ailleurs, dans les entreprises de la transformation alimentaire; biotechnologies particulièrement axées sur les techniques de fermentation — production de nouvelles souches plus performantes de levures, de bactéries et autres micro-organismes — nécessaires à la production de fromages, yaourts, boissons alcoolisées, etc.

Dans le domaine de la transformation, les entreprises identifiées aux biotechnologies se retrouvent principalement dans deux catégories : les grandes entreprises (plus de 200 emplois), importantes sur le plan commercial mais où les biotechnologies représentent une faible part des activités (par exemple les brasseries, fromageries, etc.), et les PME exploitant un créneau très précis et tentant de mettre en marché un nouveau procédé ou produit.

Au Québec, environ 32 entreprises de la transformation agro-alimentaire (voir graphique 1), tous domaines confondus, sont actives en biotechnologie. Le secteur de la transformation est passablement morcelé, les grandes entreprises, telles Agropur, Natrel, etc., y étant relativement importantes, mais aussi peu nombreuses.

Les biotechnologies en agro-alimentaire

Les biotechnologies dans le domaine agro-alimentaire sont dans le champ et dans l'usine. La micropropagation ou culture *in vitro* permet par exemple de copier un plant de fraisier génétiquement amélioré pour pousser plus rapidement et mieux résister au froid. Les biofertilisants promettent d'être plus efficaces et surtout écologiques. Enfin, au stade de la transformation, les procédés de fermentation seront révolutionnés par des levures plus performantes et les techniques d'utilisation de ces levures permettent déjà de réduire les coûts de production en améliorant l'efficacité des procédés et le contrôle de la qualité.

Lallemand inc.se précialise dans la production de levures destinées aux marchés de la boulangerie, de la vinification, de la distillerie et de la brasserie. Lallemand s'est imposée avec la mise au point d'une quinzaine de souches de levure de vin destinées à l'exportation. L'utilisation de cellules immobilisées comme biocatalyseurs permet l'amélioration des souches de levure et du procédé de fermentation d'une «des plus vieilles biotechnologies du monde».

Aquaterre inc. commercialise un biofertilisant liquide fabriqué à partir d'algues. Semences Prograin inc. produit des semences améliorées par manipulation génétique.

Les laboratoires gouvernementaux sont à l'origine responsables, au Québec et au Canada, de la grande majorité des investissements en recherche et développement afin d'améliorer l'efficacité et la productivité de la production et de la transformation des aliments. Ce sont principalement ces organismes qui développent, en concertation avec le milieu universitaire, les nouvelles variétés végétales, la recherche sur les biopesticides ainsi que les techniques d'amélioration génétique des animaux. Les laboratoires de recherche fédéraux en agriculture et en alimentation sont très importants au Canada et l'expertise qu'ils ont développée dans ces domaines est de calibre international.

Forces et faiblesses en agro-alimentaire

Sur le plan de la production agricole, l'industrie québécoise ne se distingue pas fondamentalement d'ailleurs; elle est constituée d'une multitude de petites entreprises agricoles autonomes regroupées au sein d'organismes de services et de distribution. En conséquence, ce sont les organismes gouvernementaux de recherche ainsi que les universités qui ont développé l'expertise dans les techniques de production et de transformation des aliments. L'expertise canadienne et québécoise dans plusieurs domaines, tels que la production de variétés fourragères et céréalières plus résistantes à nos climats, les techniques d'insémination artificielle, le clonage d'embryons et l'usage de biofertilisants, est reconnue mondialement.

Cependant, il n'apparaît pas évident que les procédés biotechnologiques et les nouveaux produits développés dans les laboratoires de recherche soient pleinement valorisés et transférés vers l'entreprise. **Le passage de ce savoir-faire vers les milieux agricoles ne semble pas facile**. De plus, le rapprochement entre l'industrie et l'université facilitant le passage du savoir-faire universitaire au milieu industriel et agricole demeure un objectif à atteindre.

En ce qui concerne l'industrie de la transformation agro-alimentaire, on constate, au Québec comme dans l'ensemble du Canada, une certaine carence au niveau de la recherche et de l'innovation technologique. Sur le plan commercial, l'industrie de la transformation alimentaire est un peu à l'image de l'industrie pharmaceutique : les entreprises multinationales occupent une large part des marchés et elles assument les coûts élevés de la recherche et de la mise en marché de nouveaux produits. Par contre, ces grandes entreprises sont relativement peu présentes au Québec. Notre industrie de la transformation agro-alimentaire est plutôt morcelée; nos grandes entreprises sont surtout performantes au niveau de la distribution et sont, pour plusieurs, issues de regroupements de nature coopérative.

Enfin, les grandes entreprises québécoises identifiées aux biotechnologies dans le secteur de la transformation agro-alimentaire sont relativement petites en comparaison des multinationales et peu actives en recherche.

La foresterie

Les biotechnologies offrent des possibilités intéressantes d'accroître les rendements de l'exploitation forestière. La foresterie regroupe deux principaux sous-secteurs d'activité économique : l'exploitation forestière et la transformation des produits du bois — pâtes et papiers et autres produits du bois.

La tendance est d'associer les biotechnologies uniquement aux procédés de régénération des forêts et de protection contre les insectes. Pourtant, les biotechnologies fournissent des procédés concurrents dans la transformation des pâtes et papiers et sont utiles dans la valorisation des résidus du bois.

L'industrie de l'exploitation forestière est caractérisée par deux catégories d'utilisateurs : les grandes entreprises papetières et une multitude de petits exploitants regroupés dans des syndicats ou des coopératives. Les grandes entreprises papetières achètent des droits de coupe et contribuent à près de 88 % de l'exploitation forestière du domaine public. Les petits exploitants effectuent environ 12 % de l'exploitation forestière publique. L'exploitation forestière rationnelle exige l'accessibilité aux forêts, un reboisement adéquat après la coupe et une attitude de prévention quant aux épidémies anticipées tant pour les feuillus que pour les résineux, d'où l'importance des biotechnologies (bio-insecticides et plants plus résistants).

Le Canada a acquis une forte expertise dans l'utilisation des biotechnologies pour produire, par clonage, des forêts améliorées. Les technologies sont éprouvées et sont mêmes utilisées ailleurs. Cependant, deux facteurs limitent l'utilisation de ces technologies : 1) le gouvernement canadien n'a pas de législation

réglementant l'utilisation d'espèces végétales modifiées génétiquement et 2) la motivation des exploitants forestiers à utiliser de telles espèces, possiblement plus coûteuses, est absente car le rendement escompté des investissements est à trop long terme.

Les biotechnologies dans le domaine de la foresterie

L'industrie forestière peut bénéficier grandement des biotechnologies, utiles à la fois pour l'amélioration et la protection des espèces végétales et comme technologies complémentaires dans la transformation du bois en pâtes et papiers.

À l'Institut canadien de recherche sur les pâtes et papiers (Paprican), situé dans la région de Montréal, la découverte d'un champignon, **Trametes versicolor**, permet de blanchir la pâte kraft obtenue à partir de bois dur.

Panpev inc. produit des plants pour le reboisement des forêts utilisant la technique de mycorhization pour accroître la capacité de la plante à absorber les éléments nutritifs du sol.

Forces et faiblesses en foresterie

L'industrie de la forêt au Québec est économiquement très importante et pourrait permettre une grande utilisation des biotechnologies. Les forces du Québec sont réelles, mais des faiblesses majeures doivent être prises en considération.

Ainsi, l'industrie des pâtes et papiers, qui est la principale industrie utilisatrice du bois au Québec, est depuis quelques années dans de sérieuses difficultés. Les réserves de bois diminuent, la hausse des coûts affecte la compétitivité des entreprises, la demande accrue de papiers recyclés n'a pas été prévue et l'industrie québécoise accuse un retard important sur ce marché. Enfin, l'effort de recherche n'est pas proportionnel à l'importance de l'industrie. Un certain nombre de procédés biotechnologiques sont maintenant en application et de nombreuses possibilités existent au stade expérimental. Les papetières sont, cependant, réticentes à explorer les mises à l'échelle industrielle.

Dans les secteurs autres que les pâtes et papiers, l'expertise du Québec se situe principalement dans l'amélioration génétique des espèces, notamment en horticulture ornementale, ainsi que dans le développement de biopesticides et de biofertilisants. Au Québec, pour traiter les peuplements forestiers attaqués par les insectes, les pesticides biologiques doivent être normalement utilisés. Cependant, les produits développés jusqu'à maintenant n'ont pas connu de succès commerciaux malgré certaines tentatives. Néanmoins, dans ce domaine d'une très grande utilité pour préserver nos forêts contre les épidémies d'insectes et favoriser la croissance des jeunes pousses, le Québec a acquis une expertise intéressante.

Enfin, ce secteur exige également, pour développer, implanter et utiliser les biotechnologies, une recherche universitaire bien structurée et préoccupée par les besoins de l'industrie. Les équipes de recherche doivent atteindre des masses critiques suffisantes et regrouper des chercheurs de plusieurs disciplines des sciences et du génie ; ces équipes doivent assurer le passage du savoir-faire du laboratoire à l'entreprise.

L'environnement

Le domaine de l'environnement est le troisième principal secteur d'application des biotechnologies dans tous les pays. Les applications industrielles sont encore relativement peu développées en comparaison des domaines de la santé et de l'agroalimentaire. Les deux principaux champs d'application où les biotechnologies offrent le plus de possibilités sont l'assainissement des eaux et des sols ainsi que la valorisation des résidus (biomasse agricole et forestière, résidus miniers, etc.). L'assainissement de l'environnement représente un vaste domaine où les dépenses sont en progression constante et où la dimension sociale joue un rôle prépondérant.

Au stade actuel des connaissances, les biotechnologies sont considérées comme complémentaires aux technologies classiques dans le traitement des eaux et des sols contaminés. En effet, elles ne s'appliquent pas à tous les types d'environnement, elles sont récentes et, pour la plupart, au stade de l'expérimentation et de la mise à l'échelle. Leur intérêt vient du fait que certaines de ces technologies se révèlent plus efficaces et moins consommatrices d'énergie lorsqu'elles sont adéquatement utilisées. Dans certains cas, elles peuvent répondre à un spectre plus large de contaminants et elles sont moins dommageables, en comparaison des techniques physico-chimiques.

Dans la grande majorité des cas, les biotechnologies de l'assainissement des eaux et, encore plus, des sols sont des technologies expérimentales. Leur efficacité est démontrée en laboratoire, où les conditions d'expérimentation sont strictement contrôlées ; mais elles doivent être expérimentées *in situ*, c'est-à-dire faire l'objet d'une expérimentation sur le terrain.

Les biotechnologies et l'environnement

Les biotechnologies sont complémentaires aux techniques physico-chimiques utilisées, entre autres, pour l'assainissement des eaux et des sols.

Le Groupe SNC-Lavalin met au point un bioréacteur pour traiter les rejets de l'industrie alimentaire. La firme John Meunier contribue à la mise au point d'un bioréacteur pour le traitement des effluents des usines de pâtes et papiers.

D'autres travaux sont effectués (tels ceux de l'entreprise RecBiomine inc.), afin d'appliquer les techniques de biolixiviation des métaux au traitement des sols contaminés par les résidus miniers. Hydro-Québec contribue à l'expérimentation de procédés de biodégradation du pentachlorophénol (PCP) dans les rebuts de bois.

Les principaux intéressés aux biotechnologies appliquées à l'environnement sont :

— les pouvoirs publics, en particulier les municipalités qui gèrent les systèmes d'épuration des eaux et de traitement des déchets domestiques,

— les industries polluantes qui doivent réduire leur pollution à la source et qui doivent être actives dans la recherche de solutions à leurs rejets toxiques,

— les firmes d'ingénierie-conseil et diverses entreprises qui offrent des services d'ingénierie de procédés ainsi que des services de gestion de décontamination.

Forces et faiblesses en environnement

Au Canada et au Québec, les biotechnologies appliquées à l'environnement sont encore très peu développées comparativement à ce qui se fait dans plusieurs pays européens. Cela tient à une attitude conservatrice des milieux industriels et des pouvoirs publics, mais aussi à la difficulté d'expérimenter les mises à l'échelle industrielle.

Plus qu'ailleurs, l'utilisation des biotechnologies dans le domaine environnemental est dépendant de la volonté des pouvoirs publics. En premier lieu, l'usage de micro-organismes modifiés génétiquement fait l'objet d'une réglementation où le Canada n'est pas avant-gardiste. Par ailleurs, les normes environnementales au Canada et au Québec sont en deçà de celles de plusieurs de nos partenaires commerciaux. Enfin, dans le domaine de l'assainissement des eaux, les pouvoirs publics sont le principal acheteur de technologies; au Québec, on constate en ce domaine une attitude extrêmement conservatrice[17].

Il faut signaler, particulièrement pour le domaine de l'environnement, que la recherche universitaire multidisciplinaire demeure très importante pour le développement et l'acceptation des biotechnologies. Elle est relativement peu développée au

17. Dans un avis sur *Le marché public et le développement technologique au Québec*, publié en 1989, le Conseil constatait que les municipalités se procuraient généralement des technologies conventionnelles.

Québec ; il n'y a pas de véritables regroupements multidisciplinaires présentant des masses critiques suffisantes, actifs dans les divers champs d'application qui recouvrent le domaine de l'environnement.

Enfin, le développement des biotechnologies dans le domaine environnemental est freiné par les difficultés et les coûts de la recherche à l'étape de la mise à l'échelle industrielle. Cette étape de la recherche ne peut se faire dans les universités ; elle devrait être assumée par les entreprises de génie-conseil, à la condition que celles-ci y voient des perspectives de marché intéressantes. Or, cette industrie est bien développée au Québec et cela constitue un avantage ; mais il est aussi connu que cette industrie québécoise n'investit pas beaucoup en R-D[18].

Des organismes gouvernementaux charnières d'appui à la R-D industrielle existent (notamment le Centre québécois de valorisation de la biomasse du gouvernement du Québec, le Centre Saint-Laurent d'Environnement Canada, l'Institut de recherche en biotechnologie du Conseil national de recherches du Canada) ; ils peuvent contribuer à développer la recherche et les mises à l'échelle des produits et procédés issus des biotechnologies.

1.3 Les caractéristiques propres au développement des biotechnologies

Aujourd'hui, les diverses phases qui caractérisent le développement des biotechnologies sont mieux connues. Ainsi, on distingue une **phase initiale**, fortement axée sur la recherche-développement et sur la conception de nouvelles technologies, où les produits sont peu nombreux à atteindre les marchés; et les **phases plus avancées** axées sur la consolidation industrielle afin de permettre la standardisation et la commercialisation des produits et procédés. Le capital de risque est vital au développement des entreprises au cours de ces deux phases.

---

18. Voir *La recherche-développement dans l'industrie québécoise du génie-conseil*, par Jorge Niosi, Conseil de la science et de la technologie, avril 1989.

Les biotechnologies sont actuellement en grande partie encore rattachées à la phase initiale de développement. Une exception, cependant, est à souligner, le domaine de la santé. Les découvertes faites au cours de la décennie 80 dans ce domaine grâce aux biotechnologies commencent, en effet, à porter fruit : plusieurs produits sont déjà sur le marché et de nombreux autres en sont à l'étape des essais cliniques, c'est-à-dire très proches de la commercialisation.

Quelle que soit l'étape, certaines caractéristiques énumérées ci-après sont propres aux biotechnologies et les distinguent, dans une plus ou moins grande mesure, des autres technologies.

L'importance d'une main-d'œuvre qualifiée

Davantage que la plupart des autres technologies, les biotechnologies nécessitent une main-d'œuvre très qualifiée. Cela tient d'abord au fait qu'il s'agit de technologies en émergence, qui, pour la plupart, en sont aux toutes premières étapes de leur développement. C'est-à-dire que la recherche et le développement représentent une grande part des activités des entreprises, rendant nécessaire une main-d'œuvre de chercheurs et de techniciens de haut niveau. Beaucoup de nouvelles entreprises en biotechnologies sont, en effet, formées d'un petit noyau de chercheurs auxquels se greffent quelques techniciens spécialisés. Elles exercent souvent des activités proches de la recherche fondamentale et entretiennent des liens étroits avec les chercheurs universitaires.

Cependant, même dans les étapes ultérieures du développement des biotechnologies, la main-d'œuvre qualifiée restera très importante. Un grand nombre de biotechnologies repose sur des connaissances scientifiques et techniques poussées. Il s'agit souvent de procédés ou de produits liés aux découvertes dans des domaines qui sont aux limites des connaissances actuelles. Le développement des biotechnologies sera, d'ailleurs,

en grande partie fonction des percées scientifiques dans les domaines fondamentaux du vivant.

De longs délais de développement

Plusieurs éléments concourent à allonger les délais de développement des produits et procédés issus des biotechnologies. Ainsi, des exigences de sécurité particulièrement importantes incombent aux biotechnologies, exigences plus grandes que dans la plupart des autres domaines. C'est le cas, notamment, de la mise au point de nouveaux médicaments, dont les essais cliniques allongent considérablement le temps qui s'écoule entre la conception du produit et sa mise en marché.

Entre en jeu également la prudence montrée à l'égard des êtres vivants modifiés par les biotechnologies : les impacts de leur libération dans la nature sont encore peu connus. Cette prudence a déjà ralenti l'utilisation de certains produits, notamment dans le domaine agricole et dans celui de l'environnement.

Des difficultés particulières de mise à l'échelle

Contrairement à d'autres technologies, les biotechnologies expérimentées et éprouvées en laboratoire ne se transposent pas automatiquement à l'échelle industrielle par une simple multiplication des ordres de grandeur. Les biotechnologies s'appuient sur des processus utilisant des organismes vivants et ceux-ci sont très sensibles à l'environnement dans lequel ils agissent.

Les réactions biologiques sont généralement différentes à une plus grande échelle pour diverses raisons qui tiennent surtout aux difficultés de contrôler les paramètres vitaux des processus biologiques. En particulier, dans un environnement industriel, beaucoup d'autres conditions ou paramètres interviennent qui ne sont pas pris en considération dans le laboratoire. Ces conditions, contrôlées en laboratoire, ne le sont pas dans des milieux industriels à grande échelle.

La mise à l'échelle exige de la part de l'ingénierie de procédés un souci d'intégrer des techniques de contrôle beaucoup plus élaborées que les techniques physico-chimiques. Il s'ensuit que la mise à l'échelle des procédés biotechnologiques est une étape de recherche en soi, qui est généralement longue et très coûteuse et personne ne semble intéressé à l'assumer. Elle n'est pas du ressort des chercheurs universitaires, tandis que les industriels ne sont prêts à investir que dans une technologie éprouvée. Les sociétés d'ingénierie-conseil capables d'effectuer cette mise à l'échelle n'ont d'intérêt que dans la mesure où la technologie offre un potentiel de marché.

Des coûts élevés et un accès difficile au capital de risque

Forte importance de la recherche-développement, longs délais avant la commercialisation des produits, exigences de sécurité, toutes ces particularités ont pour effet d'alourdir les coûts de développement des projets liés aux biotechnologies. Ces coûts sont d'autant plus lourds que les produits mis en marché récemment commencent à peine à rapporter des bénéfices pouvant absorber ces coûts.

Les coûts élevés et l'incertitude quant au développement des produits et procédés rendent le capital de risque encore plus vital. Le capital de risque représente une part élevée du financement des projets de développement pour les jeunes et petites entreprises intéressées aux biotechnologies. La situation est, en effet, plus critique pour les PME, qui n'ont pas souvent de ressources additionnelles suffisantes venant d'autres secteurs d'activité. Les grandes entreprises ont, quant à elles, des assises plus diversifiées et en tirent un avantage certain.

Les longs délais inhérents au développement des biotechnologies rendent évidemment plus difficile l'accès au capital de risque. Les biotechnologies exigent beaucoup de patience de la part des investisseurs et ceux-ci peuvent hésiter devant les délais qui sont néc saires avant de bénéficier de retombées de leurs investissements.

La réglementation

Une protection adéquate de la propriété intellectuelle est essentielle au développement industriel des biotechnologies, notamment quant à la durée de la protection effective des produits brevetés et quant à la couverture des produits brevetables. Les entreprises liées aux biotechnologies sont particulièrement sensibles à une telle protection intellectuelle.

Les biotechnologies soulèvent par ailleurs des questions particulières. Si le régime de protection de la propriété intellectuelle s'applique en général aux produits issus des biotechnologies, les plantes et animaux transgéniques, c'est-à-dire les formes vivantes nouvelles résultant des biotechnologies, ne peuvent pas être brevetées, sauf aux États-Unis.

De plus, la protection dans tous les domaines d'application des biotechnologies requiert une réglementation qui assure la sécurité et l'efficacité des produits biotechnologiques destinés à la commercialisation (homologation des produits). Cette protection est particulièrement en jeu dans le cas des biotechnologies, beaucoup plus que dans d'autres domaines. Cette réglementation parfois sévère ne doit cependant pas être vue comme un frein au développement des biotechnologies; elle peut au contraire le stimuler, à condition que les réglementations des divers pays soient harmonisées et relativement semblables dans leurs exigences. Rappelons qu'au Canada, les législations sur les brevets et sur l'homologation des produits sont la responsabilité du gouvernement fédéral.

Des marchés publics comme leviers importants

Les marchés publics peuvent jouer un grand rôle dans le développement des biotechnologies, principalement dans deux secteurs où les achats publics comptent : la santé et l'environnement. Ainsi, presque tout le réseau de la santé au Québec est du domaine public. Par sa décision de payer l'achat, non pas des

médicaments génériques, mais des médicaments originaux produits par les entreprises pharmaceutiques, le gouvernement du Québec favorise la recherche-développement. Cela vaut également pour la recherche visant à créer de nouveaux médicaments grâce aux biotechnologies.

Dans le domaine de l'environnement, les municipalités ont un rôle important à jouer pour l'assainissement des eaux usées et le traitement des déchets domestiques. Elles peuvent contribuer ainsi au développement des biotechnologies, qui vont être appelées, de plus en plus, à réduire la pollution dans ces domaines.

Une recherche multidisciplinaire

Dans cet avis et dans de nombreux documents qui font école, on parle non pas de *la biotechnologie*, mais *des biotechnologies*, ce qui en dénote la diversité. Il y a en fait de nombreuses biotechnologies, diverses non seulement en raison du champ très étendu de leurs applications, mais également en vertu de leurs bases scientifiques très variées.

Les biotechnologies font, en effet, appel à une gamme très large de disciplines scientifiques, et même à des familles de disciplines. Le développement d'un nouveau produit ou procédé biotechnologique doit regrouper plusieurs de ces disciplines ; c'est ce qui caractérise, entre autres, les biotechnologies et les distinguent d'autres technologies.

La nécessité de masses critiques de chercheurs

Le développement des biotechnologies se caractérise par une recherche pluridisciplinaire, par un rapprochement tangible entre les sciences de la vie et les sciences de l'ingénierie et par une perspective mettant au premier plan l'exploitation industrielle et la mise en marché de produits et procédés.

C'est pourquoi il est opportun d'insister sur **le développement de masses critiques de chercheurs** spécialisés dans les domaines des biotechnologies. Il serait ainsi possible d'aborder des thématiques de recherche interpellant l'approche multidisciplinaire et associant concrètement les scientifiques et les ingénieurs aux problèmes que soulève, à l'heure actuelle, l'implantation des biotechnologies dans les divers secteurs d'activité.

1.4 Les politiques gouvernementales

Depuis le début des années 80[19], **la plupart des pays industrialisés ont désigné le champ des biotechnologies comme priorité nationale dans leurs stratégies de développement technologique[20].** Les ressources investies par les gouvernements et les moyens mis en oeuvre diffèrent cependant selon la taille, le type d'infrastructure industrielle et la culture politique (interventionniste ou non) de chaque pays. Une nette tendance des stratégies gouvernementales de soutien au développement des biotechnologies se dessine en faveur de **mécanismes de partenariat où la composante industrielle pèse lourdement dans l'orientation et la gestion des projets**.

Sur le plan international

Les **États-Unis,** chef de file mondial dans le domaine, rassemblent quelque 25 000 chercheurs en biotechnologie et les dépenses fédérales sont de l'ordre de 3,4 milliards de dollars en 1991 dans les universités et laboratoires gouvernementaux. Fidèle à sa politique non interventionniste, le gouvernement américain s'est montré réticent à adopter des mesures spécialement destinées à favoriser les industries utilisant ou développant les

19. Dès 1972 en Allemagne et 1973 au Japon.

20. L'analyse qui suit s'appuie en partie sur un document du Conseil : *Les politiques nationales pour le soutien et pour la régulation des biotechnologies dans huit pays industrialisés et dans la Communauté économique européenne*, par C. Limoges, E. Fortin, D. Charron, Conseil de la science et de la technologie, 1992.

biotechnologies. Par ailleurs, de nombreux efforts visent à faciliter les transferts de connaissances et de technologies des laboratoires publics ou universitaires vers les entreprises.

Après les États-Unis, ce sont le Japon, la France et l'Allemagne qui consacrent le plus de ressources (entre 400 et 600 millions de dollars par année) au développement des biotechnologies. Au **Japon**, le célèbre ministère du Commerce international et de l'Industrie (MITI) joue un rôle moteur auprès des entreprises en suscitant la formation de consortiums industriels et financiers autour de programmes de recherche et d'innovation spécialement prometteurs.

L'émergence des industries utilisant ou développant les biotechnologies en **France** a été marquée par la tradition centralisatrice qui caractérise l'intervention gouvernementale dans ce pays. Il faut noter qu'une partie des firmes actives dans le domaine appartiennent en tout ou en partie à l'État (Rhône-Poulenc, Pechiney...). Au centre de cet effort étatique de la France, on trouve le Programme mobilisateur «Essor des biotechnologies» du ministère de la Recherche et de la Technologie (1982).

Bien qu'apparemment moins centralisateur que la France, le gouvernement fédéral de l'**Allemagne** intervient de façon assez importante dans le domaine des biotechnologies, par le financement de projets de recherche fondamentale et appliquée, différentes mesures incitatives de liaisons universités-entreprises ainsi que par des programmes de soutien à l'innovation industrielle. Il s'est préoccupé aussi de déterminer des axes privilégiés de développement, en 1984, dans le «Programme national sur la biologie appliquée et la biotechnologie», puis en 1990, dans le «Programme Biotechnologie 2000».

Des pays de moindre taille que les quatre précédents se sont également lancés à des degrés divers dans le domaine des biotechnologies. En **Australie**, le recours aux mesures fiscales semble dominer. C'est par l'instauration d'un climat favorable à l'investissement industriel en R-D que l'on souhaite appuyer

l'expansion des industries utilisant ou développant les biotechnologies. Nombreux sont les pays qui ont décidé de **cibler leurs interventions sur des créneaux de R-D plus ou moins étroits, pour lesquels ils ont décelé des avantages comparatifs**. C'est le cas du Danemark (20 millions de dollars par année), de la Suède, et des Pays-Bas (40 millions), par exemple.

La politique canadienne

Au début des années 80, le gouvernement fédéral, à la lumière des recommandations d'un groupe de travail[21], a mis en place une politique visant à favoriser le développement des biotechnologies. La stratégie qui anime la mise en oeuvre de cette politique est sensiblement similaire à celle qu'utilisent la plupart des autres pays. La nouveauté des biotechnologies et le peu d'applications industrielles dictent alors une stratégie en amont, c'est-à-dire visant surtout à renforcer les compétences, à accentuer la recherche fondamentale et appliquée dans les universités et à explorer les voies de la valorisation des résultats de ces recherches.

De 1982 à 1986, les mesures d'appui fédérales visent surtout à créer des masses critiques de chercheurs et à mettre en place des infrastructures de recherche. D'où la **création d'importants centres de recherche gouvernementaux fédéraux un peu partout au Canada**. Quelques-uns seront situés au Québec (comme l'Institut de recherche en biotechnologie du Conseil national de recherches du Canada et le Centre de recherche et développement sur les aliments d'Agriculture Canada) et s'ajouteront à d'autres infrastructures déjà en place qui ont des activités de recherche dans le domaine des biotechnologies (le Centre de foresterie des Laurentides d'Énergie, Mines et Ressources Canada et les stations de recherche agricole d'Agriculture Canada).

---

21. *Biotechnologie : un Plan de développement pour le Canada. Rapport du groupe de travail sur la biotechnologie*, présenté au ministre d'État chargé des Sciences et de la Technologie, février 1981.

De plus, le gouvernement fédéral a favorisé le développement des biotechnologies en encourageant la mise en place de réseaux nationaux de chercheurs en biotechnologie (huit réseaux), afin de faciliter la communication et la collaboration entre chercheurs. Il contribue enfin au développement des biotechnologies dans le cadre de ses programmes d'appui à la recherche industrielle. Les programmes ayant eu un impact important jusqu'à maintenant au Québec sont le Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI) et le programme des Ententes cadres de coopération avec les provinces, mis en place par le gouvernement fédéral en 1984.

En 1986, le gouvernement fédéral révise sa politique nationale en science et technologie. **La nouvelle stratégie, articulée dans le programme *InnovAction*, est orientée vers le développement des technologies «stratégiques», essentiellement l'informatique, les nouveaux matériaux et les biotechnologies.** Elle vise à accentuer les relations universités-industries-gouvernements.

La politique québécoise

En 1982, à la suite d'une vaste consultation des milieux de la recherche et de l'industrie, le gouvernement du Québec adoptait un plan d'action quinquennal de développement des biotechnologies (*À l'heure des biotechnologies*). Trois objectifs avaient été retenus pour la période 1982-1987, ou «Phase 1» du plan d'action : 1) augmenter les ressources en R-D biotechnologiques, 2) faciliter le transfert des connaissances vers l'industrie, 3) assurer un financement adéquat. Il s'agissait en quelque sorte d'accélérer le développement d'une infrastructure scientifique et industrielle sur la base des acquis relativement modestes dont disposait le Québec à ce moment. Si l'une des principales actions proposées alors, la formation d'une société de R-D en biotechnologie, semble ne pas avoir eu directement de suites, le gouvernement du Québec a néanmoins mis en place, au cours de la décennie des années 80, différents programmes et mesures pour favoriser l'essor des biotechnologies.

Parmi les initiatives principales du Québec, il faut mentionner : i) le programme des Actions structurantes visant à développer des masses critiques de chercheurs universitaires dans les secteurs prioritaires dont les biotechnologies, ii) la mise en place d'un mécanisme de financement et de mise en liaison des chercheurs et des industriels dans le domaine de la valorisation de la biomasse (le Centre québécois de valorisation de la biomasse), ainsi que iii) le soutien financier pour la constitution d'infrastructures importantes de recherche industrielle dans le domaine de la santé.

Depuis 1986, les actions gouvernementales québécoises visant spécifiquement les biotechnologies sont rares. Il faut, cependant, s'empresser d'ajouter l'apport significatif des mesures d'application générale qui néanmoins peuvent bénéficier aux biotechnologies ; mentionnons en particulier les mesures fiscales d'aide à la R-D et à la formation continue dans les entreprises, ainsi que les mesures d'aide financière à l'innovation fournies par des organismes tels que la Société de développement industriel.

Jusqu'à présent, le Fonds de développement technologique n'a pas eu beaucoup d'influence sur le développement des biotechnologies au Québec. Par ailleurs, on peut souhaiter qu'à l'avenir une partie des autres volets (R-D/PME, Synergie, Environnement) soit consacrée à soutenir des projets en biotechnologie.

Enfin, on constate qu'en général **les laboratoires et centres de recherche du gouvernement du Québec se préoccupent peu de participer au développement et à l'implantation des biotechnologies** dans leurs secteurs respectifs.

2
Plan d'action

À l'instar du Canada et des autres pays, le Québec a mis en place au début des années 80 une politique qui se voulait principalement axée sur le développement de la recherche et des compétences en biotechnologie. Une actualisation de cette politique est maintenant nécessaire pour les années 90.

Le Conseil de la science et de la technologie est d'avis que l'industrialisation des biotechnologies peut revitaliser plusieurs secteurs de l'activité économique québécoise, traditionnellement axée sur les ressources naturelles. C'est là un des principaux enjeux des stratégies qu'il veut proposer au gouvernement.

Au cours des vingt dernières années, le Canada et le Québec sont devenus des chefs de file dans le domaine des communications. L'étendue du pays et la dispersion de la population ont stimulé l'invention et l'innovation dans ce domaine. Aujourd'hui, les technologies de l'information et des communications sont à la base de nombreuses industries très florissantes.

Le Québec fait maintenant face à un autre défi. Son économie repose encore en bonne partie sur l'exploitation des ressources naturelles, qu'il s'agisse de l'industrie du bois, des pâtes et papiers, de l'agriculture, des mines et de la transformation des aliments. Plusieurs de ces secteurs traditionnels ont perdu de leur compétitivité. Les biotechnologies peuvent contribuer à moderniser cette base économique.

Parallèlement à la modernisation des secteurs industriels liés aux ressources naturelles, les biotechnologies pourront permettre de réduire la pollution des eaux et des sols, et de trouver des solutions au traitement des déchets domestiques et industriels ainsi qu'au traitement de l'eau potable. Elles peuvent donc fournir une contribution appréciable au développement

d'une économie durable, productive et soucieuse de l'environnement.

Le Conseil estime en outre que le Québec possède les atouts nécessaires pour jouer un rôle similaire à celui des autres pays industrialisés de même taille dans le développement mondial des biotechnologies : une main-d'œuvre de qualité, des centres et des instituts de recherche de renommée internationale dans certains secteurs, quelques installations gouvernementales d'envergure internationale, une capacité porteuse dans plusieurs secteurs industriels et des mécanismes de transfert et de liaison.

Cependant, les moyens forcément limités d'une économie de la taille de celle du Québec exigent le regroupement des efforts et des ressources. De même, l'intervention gouvernementale doit se concevoir dans le cadre d'un réaménagement des moyens existants.

2.1 La mission du gouvernement

Le Conseil croit que les gouvernements fédéral et québécois doivent poursuivre leurs efforts visant le développement et l'industrialisation des biotechnologies. Les gouvernements doivent avoir une perspective de long terme dans certains domaines où les biotechnologies sont encore en émergence. Mais dans d'autres domaines, en particulier en santé, les retombées des biotechnologies sont imminentes ; les investissements consentis donneront des résultats à court terme.

La mission du gouvernement du Québec à l'égard de la valorisation industrielle des biotechnologies pourrait se résumer ainsi : **soutenir le développement des biotechnologies à la lumière des potentialités d'industrialisation des produits et des procédés et du degré de maturité des intervenants.**

De l'avis du Conseil, **un effort gouvernemental de promotion des biotechnologies peut se faire** sans mettre en

place de nouveaux programmes ou débloquer nécessairement de nouveaux crédits, mais simplement en orientant et en utilisant plus efficacement les instruments et les programmes existants.

Les gouvernements devront en outre poursuivre leurs missions traditionnelles de soutien à la formation des ressources humaines et d'aide à la recherche universitaire. Ils ont enfin un rôle à jouer, avec d'autres organismes du milieu, dans la sensibilisation du public à l'importance des enjeux scientifiques et économiques liés au développement des biotechnologies.

2.2 Le positionnement stratégique

Les actions que peut entreprendre le gouvernement du Québec pour favoriser le développement des biotechnologies doivent **appuyer les efforts des entreprises** à bien se positionner dans un marché mondial en pleine expansion et à assurer leur compétitivité.

Cependant, il faut faire des choix et agir avec discernement. Quelques conditions apparaissent au Conseil comme primordiales :

— tenir compte de la **maturité** propre à chacun des divers secteurs ;

— définir des actions prioritaires où le Québec dispose de forces et de richesses à exploiter ;

— renforcer la **contribution respective des grandes et des petites entreprises** dans le développement industriel des biotechnologies ;

— **être à l'écoute des attentes et des réactions du public**, qui se manifestent notamment dans les domaines de l'environnement et de la santé ; cette condition s'adresse, d'ailleurs, tout autant aux entreprises qu'au gouvernement ;

— maintenir une **continuité d'action** dans le rôle traditionnel du gouvernement de soutien à la recherche et à la formation des ressources humaines ;

— veiller à ce que le développement des biotechnologies bénéficie d'un **environnement réglementaire** efficace et concurrentiel par rapport aux grands pays industrialisés.

2.3 La stratégie d'intervention

Le Québec, en retenant les biotechnologies, doit encourager la concentration dans les créneaux forts ou stratégiques pour son développement économique. Le gouvernement doit tenir compte du rôle et des responsabilités des grandes entreprises, des PME et des établissements d'enseignement supérieur et s'assurer de leur collaboration, afin d'atteindre les objectifs relevés dans les principaux champs d'application des biotechnologies.

Le développement industriel des biotechnologies est caractérisé par deux phases relativement distinctes. En règle générale, le développement, l'implantation et l'utilisation des biotechnologies s'appuient d'abord sur le foisonnement de petites entreprises qui visent à mettre à profit les découvertes scientifiques. La viabilité de ces entreprises émergentes dépend de la capacité de trouver le financement suffisant pour mettre à l'échelle industrielle les procédés et produits démontrés en laboratoire.

Par ailleurs, la grande entreprise demeure l'élément moteur et déterminant pour le succès économique, lorsqu'il s'agit de mettre à l'échelle les produits et les procédés, soutenir la phase d'essai clinique et d'homologation et enfin passer à la commercialisation. Aux États-Unis, par exemple, le succès des entreprises émergentes est fortement dépendant, dans une deuxième phase dite de consolidation, des alliances scientifiques, commerciales et financières qu'elles peuvent développer avec les grandes entreprises. Cela est vrai tout autant dans le secteur pharmaceutique que dans les autres domaines d'application des biotechnologies.

Une stratégie d'appui au développement industriel des biotechnologies doit tenir compte de cette réalité. Il faut favoriser les investissements de la grande entreprise par des

moyens qui sont souvent différents de ceux de la PME. Il faut, par ailleurs, fournir les moyens nécessaires pour permettre l'émergence et la viabilité des PME en biotechnologie, car celles-ci constituent les ferments de l'innovation.

Appui à la grande entreprise

En ce qui concerne les moyens susceptibles d'encourager la venue et les investissements des grandes entreprises, la principale préoccupation des gouvernements devrait être de créer un climat favorable, c'est-à-dire de faire en sorte de réduire les irritants inutiles et de réduire l'effet négatif que peut causer l'incertitude du climat économique et politique actuel. Pour ce faire, il faut :

1- avoir, sur le plan canadien, une politique plus compétitive en ce qui a trait à la protection par brevets et l'homologation des produits biotechnologiques, ainsi que le recommandait récemment le Comité consultatif national de la biotechnologie[22] ;

2- maintenir la politique des incitatifs fiscaux au Québec et l'ouvrir aux activités de recherche visant la mise à l'échelle des procédés et les essais cliniques ;

3- soutenir les alliances stratégiques avec les entreprises québécoises et étrangères ; en particulier, en faisant connaître les atouts du Québec auprès de partenaires possibles à l'étranger ;

4- encourager le développement de produits et de procédés biotechnologiques par une politique de faire-faire en recherche gouvernementale ;

5- retenir les biotechnologies comme une des priorités des différents volets du Fonds de développement technologique.

Appui à la PME

Le foisonnement de petites entreprises émergentes constitue un phénomène normal et nécessaire dans le processus

22. Comité consultatif national de la biotechnologie, *Plan d'action national sur la biotechnologie : assurer un avantage concurrentiel au Canada*, Industrie, Sciences et Technologie Canada, Ottawa, novembre 1991.

de développement industriel des biotechnologies. Il faut favoriser la création de telles entreprises et faciliter leur viabilité ; celle-ci dépend, ainsi qu'il a été mentionné antérieurement, de la possibilité de trouver un financement approprié leur permettant de mener à terme leurs activités de R-D. Il faut aussi qu'elles puissent dépasser le stade du développement et viser la commercialisation ; cela suppose souvent de créer des alliances avec d'autres entreprises et de plus grandes. Les moyens les plus appropriés pour répondre à ces attentes sont :

1- d'appuyer les organismes charnières qui facilitent la valorisation industrielle en associant l'expertise universitaire et les entrepreneurs et ceux qui permettent l'incubation d'entreprises naissantes ;

2- de faciliter le recours aux mesures fiscales et aux programmes d'appui à l'innovation ;

3- d'examiner l'opportunité d'étendre les mesures fiscales aux activités de transfert technologique ;

4- de favoriser la disponibilité de capital de risque en innovant dans des formules de partenariat comme il en existe ailleurs, en particulier au Japon, où investisseurs privés, institutions financières et gouvernements sont des partenaires financiers ;

5- de favoriser le partenariat entre entreprises ainsi que les alliances stratégiques sur le plan de la recherche, de la production et de la commercialisation avec les grandes entreprises canadiennes et étrangères ;

6- d'appuyer le développement de la PME identifiée aux biotechnologies par une politique de faire-faire du gouvernement.

Appui à la recherche

Le développement des biotechnologies s'appuie sur des efforts constants et soutenus de la recherche dans les milieux universitaires. Mais ces activités de recherche en biotechnologie exigent la formation d'équipes multidisciplinaires ayant une masse critique suffisante pour donner des résultats tangibles et être compétitives. Les stratégies de développement de la R-D en biotechnologie au Québec devraient être :

1- de stimuler la formation de masses critiques de chercheurs ;

2- de favoriser l'approche interdisciplinaire ;

3- d'accorder une place de plus en plus grande aux transferts de connaissances et de technologies vers les entreprises, en particulier dans les divers programmes gouvernementaux d'aide à la recherche universitaire ;

4- de stimuler les activités de partenariat et la constitution de consortiums de recherche.

La formation des ressources humaines

Enfin, la formation d'une main-d'oeuvre hautement qualifiée et compétente dans les disciplines de base est essentielle au développement des biotechnologies; cette main-d'œuvre qualifiée est un facteur de succès des entreprises qui devront intégrer ces nouvelles technologies. Les établissements d'enseignement supérieur (collèges, universités) ont à cet égard une responsabilité importante à assumer. Pour préparer l'avenir, il faut déjà :

1- s'assurer, par une promotion adéquate, que les inscriptions dans les disciplines des sciences et du génie nécessaires au développement des biotechnologies répondent aux besoins futurs du marché ;

2- favoriser, dans les divers programmes de formation collégiale et universitaire en sciences et en génie, l'apprentissage de la collaboration multidisciplinaire requise pour le développement des biotechnologies, notamment par le moyen d'activités de recherche et de stages en industrie.

2.4 Les principaux champs d'application des biotechnologies

Bien que le domaine d'application potentiel des biotechnologies puisse recouvrir éventuellement presque tous les secteurs de l'économie, le Conseil de la science et de la technologie s'est attaché surtout à étudier quatre champs particuliers : la santé, l'agro-alimentaire, la foresterie et l'environnement.

Il a pu constater que les applications des biotechnologies ne progressent pas au même rythme dans chacun de ces champs. Dans le domaine de la santé, les promesses des années 80 se concrétisent et les nouveaux produits biotechnologiques vont révolutionner dans les prochaines années le marché des produits pharmaceutiques. Les biotechnologies auront, cependant, un impact plus diffus et plus lent dans les autres champs d'application et la vitesse avec laquelle les industries intégreront ces biotechnologies déterminera leurs avantages futurs de marché.

La santé humaine et animale

Comme dans les autres pays, le secteur de la santé humaine et animale est celui où les biotechnologies ont atteint le plus haut degré de maturité. Certains produits sont déjà commercialisés et plusieurs autres sont au stade de l'essai clinique.

Au Québec, le tissu industriel dans ce champ d'application est particulièrement bien développé, l'industrie pharmaceutique canadienne y est bien représentée. Ce tissu industriel comprend de grandes entreprises ouvertes sur le marché mondial et capables de soutenir les essais cliniques, de produire et de commercialiser les produits.

La recherche universitaire est forte dans le domaine de la santé. Bien financée, cette recherche est réalisée par des équipes multidisciplinaires qui regroupent des masses critiques importantes et offrent un encadrement de qualité pour la formation d'une main-d'œuvre hautement qualifiée. Plusieurs équipes de recherche disposent, par ailleurs, de laboratoires assez bien nantis et bien répartis dans le réseau universitaire et hospitalier.

Un laboratoire gouvernemental de calibre international situé à Montréal, l'Institut de recherche en biotechnologie (IRB) du Conseil national de recherches du Canada, est en mesure d'appuyer le développement industriel par ses activités de recherche, de transfert et de mise à l'échelle pilote.

Le gouvernement du Québec a déjà mis en place des éléments de stratégie en appui au développement industriel et qui ont porté fruit : une politique d'achat favorable à la recherche-développement (achat de produits brevetés) et une fiscalité encourageant aussi les activités de recherche-développement (exemple : congé fiscal pour chercheurs étrangers). Ces mesures créent un environnement propice aux entreprises.

Le public est conscient des enjeux sociaux et économiques de la santé et il est sensibilisé aux possibilités qu'offrent les nouvelles technologies dans ce domaine. Son appui est acquis.

Il faut donc miser sur ces atouts et favoriser le développement de l'industrie pharmaceutique orientée vers les biotechnologies au Québec. Le rôle des entreprises multinationales est prédominant, ici comme ailleurs, dans l'essor des industries du Québec.

Dans ce domaine, la stratégie du Québec devrait être de :

— favoriser le développement d'alliances stratégiques sur le plan scientifique, commercial et financier entre les entreprises ;

— favoriser la venue et les investissements en R-D d'entreprises multinationales.

Le Ministre de l'Industrie, du Commerce et de la Technologie, monsieur Gérald Tremblay, a d'ailleurs identifié l'industrie pharmaceutique comme une des grappes concurrentielles sur laquelle doit s'appuyer le développement économique du Québec[23].

23. *Vers une société à valeur ajoutée*, Allocution de monsieur Gérald Tremblay, ministre de l'industrie, du Commerce et de la Technologie, faite à l'occasion de sa conférence de presse annuelle, Ministère de l'Industrie, du Commerce et de la Technologie, décembre 1991.

L'agro-alimentaire

L'industrie de la production agricole et végétale et celle de la transformation des aliments représentent une part importante de l'économie du Québec.

La libéralisation des échanges présente des défis à cette industrie qui exporte largement certains produits sur le marché canadien et qui affronte de plus en plus la concurrence des produits américains ou autres. De plus, en raison des contraintes climatiques qui pèsent sur elle, cette industrie ne répond pas à tous les besoins du Québec.

Le recours aux biotechnologies aurait pour effet de protéger ce secteur économique et même de le développer sélectivement. À l'échelle mondiale, c'est le deuxième secteur en importance d'application industrielle des biotechnologies. On pense notamment au rôle joué par les biotechnologies dans la valorisation des sous-produits, dans l'amélioration des cultures et leur diversification (par exemple l'horticulture) ainsi que dans les techniques de reproduction et de sélection des espèces végétales et animales.

Il y a une certaine force en recherche au Québec en milieu universitaire avec deux facultés d'agriculture, et différentes équipes dont le Groupe de recherche en génétique moléculaire. Cette recherche est relativement bien financée. Les gouvernements canadien et québécois disposent de centres de recherche importants et de fermes expérimentales, notamment le Centre de recherche et de développement sur les aliments d'Agriculture Canada.

Le Québec doit maintenir ses acquis dans le secteur agro-alimentaire et encourager la recherche-développement et surtout les actions facilitant le passage de la connaissance des milieux universitaires et gouvernementaux vers le milieu agricole et industriel.

Il se doit notamment de :

— favoriser la diversification des cultures ainsi que le développement et l'usage de variétés plus résistantes au climat et aux insectes ;

— favoriser la valorisation des sous-produits qui ont une forte valeur ajoutée ;

— favoriser la diffusion des procédés biotechnologiques dans les entreprises de transformation alimentaire.

La foresterie

L'exploitation de la forêt, des pâtes et papiers et de tous les produits dérivés constitue peut-être le secteur économique le plus important au Québec en matière d'emplois et de valeur ajoutée.

De multiples facteurs, dont les exigences nouvelles à l'égard de la protection de l'environnement et une concurrence plus grande des autres pays producteurs, ont rendu cette industrie fragile. Une tendance au ralentissement des activités et des investissements caractérise de plus en plus ce secteur économique.

Sur le plan de la recherche universitaire et gouvernementale, il existe une faculté de foresterie à l'Université Laval, un Institut de recherche en biologie végétale, rattaché à l'Université de Montréal, et un laboratoire fédéral, le Centre de foresterie des Laurentides (Forêts Canada). Quelques autres équipes universitaires se retrouvent dans le réseau. L'industrie possède quelques centres de recherche importants avec Noranda inc., Domtar inc. et l'Institut canadien de recherche sur les pâtes et papiers (Paprican).

Les biotechnologies peuvent apporter une contribution au soutien de cette industrie d'abord dans l'amélioration génétique des espèces, mais aussi dans les procédés de fabrication des pâtes et papiers et dans la protection de la forêt. Enfin, le gouvernement a un rôle important à jouer dans une perspective

réglementaire en ce qui concerne les rejets des activités de transformation et aussi la protection et la regénération des forêts. Le gouvernement du Québec est propriétaire à plus de 80 % du domaine forestier québécois et, à cet égard, sa responsabilité est déterminante.

Le gouvernement devrait :

— stimuler le développement des biotechnologies appliquées à la transformation des produits de la forêt et aux résidus ;

— encourager la mise au point de techniques biotechnologiques (telles que l'amélioration génétique des espèces, le développement de biopesticides) visant la conservation et la protection des forêts.

L'environnement

Le domaine de l'environnement, au Québec comme à l'échelle mondiale, est relativement peu développé en ce qui regarde les applications des biotechnologies. L'environnement présente, par ailleurs, des enjeux économiques et sociaux cruciaux pour l'avenir.

Dans l'ensemble, les biotechnologies appliquées à l'environnement sont en émergence. Les retombées principales viendront à moyen et à long terme. Les champs d'application des biotechnologies en matière environnementale recouvrent à la fois les résidus agro-alimentaires, forestiers et miniers et tout le volet de l'assainissement des eaux et des sols.

Une des caractéristiques de ce domaine est l'attitude conservatrice des milieux industriels qui s'en remettent volontiers aux technologies physico-chimiques éprouvées. Les pays membres de l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE), nos principaux partenaires commerciaux,

adoptent des réglementations de plus en plus sévères à ce chapitre, ce qui exige une certaine harmonisation des pratiques canadiennes et québécoises. L'acuité des problèmes sociaux et économiques créés par certaines activités industrielles incite, par ailleurs, à s'intéresser aux biotechnologies.

L'industrie du génie-conseil est la première touchée par l'application des biotechnologies au secteur de l'environnement ; les problèmes de mise à l'échelle industrielle de procédés biologiques sont cruciaux. Or, cette industrie est bien développée au Québec. Il est souhaitable d'utiliser cet avantage comparatif pour essayer de se tailler une place dans l'industrie naissante des produits et des procédés liés à la protection de l'environnement et utilisant les biotechnologies. Pour le Québec, apporter des solutions à des problèmes de pollution qui nuisent au développement d'autres secteurs industriels importants, comme l'industrie des pâtes et papiers et certaines productions agro-alimentaires, constitue un enjeu.

Il y a des organismes gouvernementaux charnières d'appui à la R-D industrielle : le Centre québécois de valorisation de la biomasse du gouvernement du Québec, le Centre Saint-Laurent d'Environnement Canada et l'Institut de recherche en biotechnologie du Conseil national de recherches du Canada.

Par ailleurs, la recherche en milieu universitaire, dans les différents champs d'application propres à l'environnement, semble plutôt dispersée ; il n'existe pas de véritables regroupements multidisciplinaires présentant des masses critiques suffisantes et travaillant dans les divers champs d'application qui recouvrent le domaine de l'environnement.

Ce secteur constitue un champ de développement et d'application des biotechnologies particulièrement prometteur, d'une part, en raison de ses retombées économiques potentielles à moyen et à long terme et, d'autre part, parce que ce type de technologies s'impose de plus en plus comme une des solutions les plus appropriées aux problèmes d'assainissement et de

valorisation des résidus. Il faut, pour ce faire, acquérir au Québec une expertise en environnement sous deux aspects complémentaires : scientifique et industriel.

Le Québec doit :

- **investir dans la recherche fondamentale dans le domaine de l'environnement, dans les universités et laboratoires, ce qui exige la création d'équipes multidisciplinaires de calibre suffisant ;**
- **favoriser les activités de mise à l'échelle des procédés biotechnologiques appliqués à l'environnement par les entreprises de génie-conseil.**

BIBLIOGRAPHIE

1981

Biotechnologie: un Plan de Développement pour le Canada. Rapport du groupe de travail sur la biotechnologie présenté au Ministre d'État chargé des Sciences et de la Technologie, février 1981.

1982

À l'heure des biotechnologies : programme d'intervention pour le développement de la recherche en biotechnologies au Québec : phase I, 1982-1987, Québec, 1982, 52 p.

Premier avis au ministre d'État au développement culturel et scientifique sur le programme d'intervention pour le développement de la recherche en biotechnologies au Québec, Québec, Conseil de la politique scientifique du Québec, 1982, 21 p.

1984

Avis du Conseil des universités au ministre de l'Éducation sur la formation en biotechnologie, Conseil des universités, Avis no 84.5, Sainte-Foy, octobre 1984.

Biotechnologies, Formation au niveau collégial, Cégep de Shawinigan, Shawinigan, décembre 1984.

1985

Avis sur le développement industriel des biotechnologies au Québec, Conseil de la science et de la technologie, Sainte-Foy, mai 1985.

Study of the Technology Transfer Mechanisms in Biotechnology in the U.S., U.K., Japan and Canada : Review by Country and Recommendations for Canada, Guelph, Ontario, 1985, 87 p.

1986

DAVIES, D., *Biotechnology in Europe : Industrial Issues for Public Policy*, F. Pinter, 1986, 250 p.

MORISSET P., R. M. PELLETIER, *Recherche et formation en biologie végétale au Québec*, Conseil de la science et de la technologie, Sainte-Foy, 1986.

«Financing of European Research in Biotechnological Fields», *Biofutur*, vol. 42, janvier 1986, p. 55-56.

Rapport synthèse. Enquête sur le domaine des biotechnologies, Comité de développement des biotechnologies du Cégep de Sainte-Foy, Québec, mai 1986.

1987

BECHTEL, M., A. CAYLA, *Étude internationale comparative des règlements concernant les biotechnologies*, Paris, Association française de normalisation, c1987, 117 p.

DE LA NOÜE, J., Y. POULIOT, J. L. SANSREGRET, L'*agro-alimentaire et les biotechnologies*, préparé en collaboration avec BIONOV[MC] inc. pour le Conseil de la science et de la technologie, document interne no. 2, Sainte-Foy, juillet 1987.

DESROCHERS, M., E. CHORNET, A. FORTIN, L*e secteur forestier et les biotechnologies au Québec*, préparé pour le Conseil de la science et de la technologie, document interne n° 7, Sainte-Foy, août 1987.

«L'avenir des biotechnologies», *La Recherche*, n° 188, mai 1987, p. 565-656.

Agricultural Biotechnology : Strategies for National Competitiveness, Committee on a National Strategy for Biotechnology in Agriculture, National Research Council, Washington, D.C., National Academy Press, 1987, 205 p.

Questions de réglementation concernant la biotechnologie au Canada : rapport commandé par le Secteur de la biotechnologie, ministère d'État chargé des sciences et de la technologie, Ontario, 1987, 1 vol.

1988

HOEREN, R., *Effets économiques à long terme de la biotechnologie*, Paris, OCDE, 1988, 72 p.

Plan stratégique en biotechnologie : plan d'action pour le développement de l'industrie de la biotechnologie dans la région de Montréal, Centre d'initiative technologique de Montréal, préparé par SECOR inc., 1988, 97 p.

Biotechnologie : évolution du rôle des pouvoirs publics, Paris, OCDE, 1988, 134 p.

Besoins en compétences biotechnologiques de l'industrie de la santé humaine : 1988 à 2000, McIntyre Engineering Consultants Ltd., août 1988.

1989

BURRILL, G. S., *Biotech 90 : Into the Next Decade*, Ernst & Young, N.Y. : Mary Ann Liebert Inc., publishers, 1989.

INGHAM, G., *Agri-Food Industrial Biotechnology in Canada*, Ottawa, Industry, Science and Technology Canada, 1989, 25 p.

LEGAULT, GRYSOLE et Ass., *Les biotechnologies au Québec : la conquête d'un nouveau monde*, Montréal, mars 1989.

WOODMAN, W. F., M. C. SHELLEY, B. J. REICHEL, *Biotechnology and the Research Enterprise : A Guide to the Literature*, Iowa, Ames : Iowa State University Press, 1989, xviii, 358 p.

Biotechnologie : effets économiques et autres répercussions, Paris, OCDE, 1989, 128 p.

Canadian Biotech '89. On the Threshold. A survey of business and financial issues, a collaborative project of Ernst & Young, Industry, Science and Technology Canada, National Research Council Canada, Winter House Scientific Publications Inc, Minister of Supply and Services Canada, 1989.

La biotechnologie au Canada en 1989 : une industrie qui promet, Toronto, 1989, 1 vol.

La biotechnologie en Ontario : une croissance en toute sécurité, Livre vert du gouvernement de l'Ontario, Toronto, 1989, 1 vol.

Besoins futurs du Canada en personnel scientifique et technique hautement qualifié, Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada, 1989.

Survol du secteur pharmaceutique, données sur le Canada et le Québec, Ministère de l'Industrie, du Commerce et de la Technologie du Québec, septembre 1989.

1990

BURRILL, G. S., K. L. LEE JR., *Biotech 91 : A Changing Environment*, Ernst & Young, N.Y. : Mary Ann Liebert, Inc., publishers, 1990.

OAKEY, R., V. WALSH, W. FAULKNER, S. COOPER, *New Firms in the Biotechnology Industry : Their Contribution to Innovation and Growth*, Columbia University Press, 1990, 224 p.

SHARP, M., «David et Goliath ou l'entreprise de biotechnologie», *L'observateur de l'OCDE*, no. 164, juin-juillet 1990.

WEBBER, D. J., *Biotechnology : Assessing Social Impacts and Policy Implications*, London, Greenwood Press, 1990 , 295 p.

YUAN, R., M. D. DIBNER, *Biotechnology in Japan*, [S.l.], Macmillan Acedemic & Professional, 1990, 200 p.

Canadian Biotechnology Directory — Répertoire canadien de la biotechnologie 1990-1991, in collaboration with the Industrial Biotechnology Association of Canada (IBCA/ACIB) and the Canadian Institute of Biotechnology (CIB), Winter House Scientific Publications Inc., Ottawa, 1990.

Québec Biotechnology Company Directory 1990, Industry, Science and Technology Canada — Québec region, preliminary, 1990.

L'adaptation des entreprises aux nouvelles technologies, Conseil de la science et de la technologie, 1990.

1991

BURRILL, G.S., K. B. LEE Jr., *Biotech '92 : Promise to Reality*, Ernst& Young, 1991.

DU GRANRUT, C., L. SAMANIEGO, «Les stratégies de la chimie européenne — les bouleversements dus aux biotechnologies», *La Recherche* 235, septembre 1991, vol. 22, pp.1108-1119.

GOULET, J., S. J. DAVIDS, *L'évolution des connaissances de la biotechnologie dans le secteur bio-agro-alimentaire*, préparé pour le Conseil de la science et de la technologie, Sainte-Foy, septembre 1991.

KATZ, J., D. B. SATELLE, *Les biotechnologies pour tous*, réalisé sous le parrainage de la CEE, Hobsons Publishing, 1991, 47 p.

LAGACHERIE, F., *La politique fédérale de recherche en biotechnologie : Le nouveau programme biotechnologie 2000*, ADITECH, Paris, 1991.

LIMOGES, C., E. FORTIN, D. CHARRON, *Les politiques nationales pour le soutien et pour la régulation des biotechnologies dans huit pays industrialisés et dans la Communauté économique européenne*, étude réalisée pour le Conseil de la science et de

la technologie, Centre de recherche en évaluation sociale des technologies, Université du Québec à Montréal, version provisoire, septembre 1991.

Vers une société à valeur ajoutée, Allocution de monsieur Gérald Tremblay, ministre de l'industrie, du Commerce et de la Technologie, faite à l'occasion de sa conférence de presse annuelle. Ministère de l'Industrie, du Commerce et de la Technologie, école des Hautes Études Commerciales, 2 décembre 1991.

Évolution des connaissances de la biotechnologie dans le secteur de la foresterie et de la biologie végétale, préparé par Fonds de Recherches et de Développement forestier inc. pour le Conseil de la science et de la technologie, rapport final, volumes I et II, Sainte-Foy, août 1991.

L'industrie bio-alimentaire au Québec : Bilan 1990 et perspectives, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, février 1991.

Plan d'action national sur la biotechnologie : assurer un avantage concurrentiel au Canada, Comité consultatif national de la biotechnologie, Industrie, Sciences et Technologie Canada, Ottawa, novembre 1991.

Promoting the Competitive Environment for the Industrial Activities Based on Biotechnologies Within the Community, CEE, Bruxelles, 1991, 35 p.

The Chemical Professions in Canada : Employment and Education for the Future, Chemical Institute of Canada, 1991.

La recherche-développement dans l'industrie québécoise du génie-conseil, par Jorge Niosi, Conseil de la science et de la technologie, avril 1991.

Glossaire

ADN : Acide désoxyribonucléique, une molécule ayant la structure d'une double hélice qui renferme dans sa séquence l'information génétique.

ADN recombinant (ADNr) : Séquences d'ADN constituées par l'association de fragments de deux ou plusieurs sources.

Anticorps : Protéines secrétées par l'organisme en réponse à l'introduction dans celui-ci d'une substance étrangère (antigène). La production d'anticorps est une réaction du système immunitaire (de défense).

Anticorps monoclonaux : Anticorps identiques dérivés d'une seule source (clone) de cellules et qui reconnaissent spécifiquement un seul antigène.

Biofertilisant : Micro-organisme utilisé pour modifier les propriétés biologiques des sols.

Biolixiviation de minerais : Utilisation de bactéries pour «digérer» les minerais de façon à en extraire les composants recherchés comme, par exemple, le cuivre.

Biopesticide : Substance biologique ou organisme utilisé pour lutter contre les parasites animaux ou végétaux des cultures.

Bioréacteur : Cuve ou enceinte où agissent un (ou des) biocatalyseur(s), permettant d'effectuer des bioconversions.

Catalyse : Action par laquelle certaines substances (catalyseur) accélèrent les réactions, en se retrouvant intactes à l'issue de celles-ci.

Clonage : Multiplication de cellules ou d'organismes à partir d'une cellule mère ou d'un seul organisme initial ; les indi-

vidus sont identiques et possèdent tous le même patrimoine génétique.

Enzymes : Protéines dotées d'une fonction catalytique particulière.

Fermentation : Bioconversion utilisant des micro-organismes. Ne désignant initialement que les cultures en l'absence d'oxygène (anaérobie), ce terme recouvre maintenant toutes les cultures de micro-organismes.

Fusion cellulaire : Mise en contact des membranes de deux cellules créant une seule cellule hybride.

In vitro : Expérience qui a lieu dans un milieu artificiel, hors de l'organisme vivant, comme dans un tube à essai, une boîte de culture, etc.

Mycorhization : Association d'un champignon (mycorhize) avec les racines d'un arbre ou d'une autre plante, qui accroît la capacité de la plante à absorber les éléments nutritifs du sol.

Transgénique : Qualité attribuée à un être vivant du règne végétal ou du règne animal, issu d'une cellule dont l'ADN a été modifié par l'addition de gènes n'appartenant pas au patrimoine génétique parental.

Les définitions de ce glossaire proviennent de :

DARBON, Pierre et Jacques ROBIN (coord.), *Le Jaillissement des biotechnologies*, Fayard, Fondation Diderot, Nouvelle encyclopédie des sciences et des techniques, 1987.

MONTPETIT, Isabelle & Louise GENDRON, «Petit vocabulaire des biotechnologies», *Québec Science*, vol. 28, no. 2, Octobre 1989, pp. 23-26.

GROS, François, *L'ingénierie du vivant*, Éditions Odile Jacob, Paris 1990, 237 p.

SALEM, Lionel, *Le dictionnaire des sciences*, Hachette 1990, 482 p.

Report on National Biotechnology Policy. The President's Council on Competitiveness, Washington, février 1991.

Membres du Comité des biotechnologies

Mme Andrée G. ROBERGE	Présidente du Comité Conseiller scientifique, Université du Québec Membre du Conseil
M. Maurice BROSSARD	Vice-président Biotechnologie Conseil national de recherches Canada, Directeur général, Institut de recherche en biotechnologie Membre observateur du Conseil
M. Marcel RISI	Président-directeur général, Centre québécois de valorisation de la biomasse Membre du Conseil
M. Jean CHAGNON	Président-directeur général Lallemand inc.
M. Jacques GAUTHIER	Président-directeur général, Bio-Mega inc.

Membres du Conseil de la science et de la technologie

Président

Monsieur Louis Berlinguet
Conseil de la science et de la technologie

Membres

Monsieur André Bazergui
Directeur
École polytechnique

Monsieur Laurent A. Bergeron
Vice-président exécutif
Agence spatiale canadienne

Monsieur André Besner
Chercheur chimie des matériaux
Institut de recherche d'Hydro-Québec

Madame Micheline Bouchard
Vice-présidente, Marketing — Amérique du Nord
Groupe DMR inc.

Monsieur André Carrier
Directeur général
Les Mines Sigma (Québec) ltée

Monsieur Guy Fouquet
Vice-président et directeur général
Groupe S.M. inc.

Monsieur Toby Gilsig
Président
Les Systèmes M3i inc.

Monsieur Bernard Lachance
Directeur général
Collège Bois-de-Boulogne

Monsieur Réal L'Archevêque
Vice-président, Recherche et technologie
SNC inc.

Monsieur Richard Le Hir
Vice-président et directeur général
Association des manufacturiers du Québec

Monsieur Laurent Picard
Professeur, Faculté d'administration
Université McGill

Monsieur Marcel Risi
Président-directeur général
Centre québécois de valorisation de la biomasse

Madame Andrée G. Roberge
Conseiller scientifique
Université du Québec

Monsieur Gabriel Savard
Président-directeur général
Société de développement industriel du Québec

Membres observateurs

Monsieur Michel Audet
Sous-ministre
Ministère de l'Industrie, du Commerce et de la Technologie,
Gouvernement du Québec

Monsieur Maurice Brossard
Vice-président Biotechnologie,
Conseil national de recherches du Canada
Directeur général,
Institut de recherche en biotechnologie

Monsieur Pierre Lucier
Sous-ministre
Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science
Gouvernement du Québec

Substituts

Monsieur Georges Archambault
Directeur, Direction générale des technologies
Ministère de l'Industrie, du Commerce et de la Technologie,
Gouvernement du Québec

Monsieur Guy Létourneau
Sous-ministre adjoint à la Science
Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science
Gouvernement du Québec

Secrétaire

Monsieur Camil Guy
Conseil de la science et de la technologie

Organismes et personnes qui ont été consultés ou qui ont fourni de l'information

Ateliers

Atelier sur les biotechnologies et le développement industriel organisé en collaboration avec le Centre d'initiative technologique de Montréal (CITec)

Gordon Fehr	Pfizer Canada inc, président du Comité CITec-Biotechnolgie
Marcel Dubois	Rougier inc.
Serge Pitre	LipoPharm inc.
Réal Carpentier	Groupe Conseil CRM
Denis Senik	CITec, Directeur aérospatiale et relations universitaires
Terence A. Mailloux	Pro-Pharma inc.
Pierre Desruisseaux	Medicorp inc.
Réal L'Archevêque	Le Groupe SNC inc.
Bill Cosgrove	Monenco inc.
Alexandra Kantardjieff	Le Groupe Technika inc
Claude Vézina	I.A.F. Biochem International inc.
Brigitte Lebreton	CITec, Directeur biotechnologie

Atelier sur les biotechnologies et le développement industriel organisé en collaboration avec le Groupe d'action pour l'avancement technologique et industriel de la région de Québec (GATIQ)

Michel Pagé	BCM Biotec inc.
Jean-François Bourassa	Bio-Expert inc.
Nicolas Barden	Consulgene inc.
Normand Bélanger	Panpev inc.
Ali Ould	Sayem, Belleau et Ass.
Denis Cayer	Fromagerie Cayer inc.
Jean-Eudes Bouchard	Directeur du GATIQ

M. Pomerleau	Alpha-Biotec inc.
Roger Guay	RecBiomine inc.
Yves Boulanger *	Pisciculture des Alleghanys inc.
*Hélène Drouin**	Aquabiotech inc.

Atelier sur les biotechnologies et l'environnement en collaboration avec le Centre québécois de valorisation de la biomasse (CQVB)

Daniel Normandin	École Polytechnique — Groupe de recherche en procédés biotechnologiques — BIOPRO
Yves Lachance	Centre de recherche industrielle du Québec
Chantal Morasse	Gendron et Lefebvre inc.
Jean-Marc Billy	J.- M. Billy Associés inc.
Michel Caron	Consultant
Denis Couillard	INRS-Eau
Joe Dorica	Institut canadien de recherche sur les pâtes et papier
Roger Guay	RecBiomine inc.
Serge Guiot	Institut de recherche en biotechnologie — CNRC
Alexandra Kantardjief	Groupe Teknika inc.
Sylvie Lacoste	Hydro-Québec
Camille Limoges	Université du Québec à Montréal — CREST
Bechara Safi	Société de recherches SNC inc.
Jean-Baptiste Sérodes	Université Laval
Marton Tabi	Agriculture, Pêcheries et Alimentation, Québec, Service de recherche en sols
Ronald Zaloum	Centre Saint-Laurent, Environnement Canada

* Ces personnes ont fait part de leurs commentaires par téléphone.

Richard Cloutier	Centre québécois de valorisation de la biomasse
Denis Morissette	Centre québécois de valorisation de la biomasse

Gouvernement du Canada

Agriculture Canada — Station de recherche — Sainte-Foy
Michel Germain, Agent de transfert de technologie

Agriculture Canada — Station de recherche — Lennoxville
Jean-Marc Deschênes, Directeur

Agriculture Canada — Station de recherche — Saint-Jean-sur-Richelieu
Robert Chagnon, Directeur

Agriculture Canada
J. Richardson, Secrétariat — ENFOR

Centre de foresterie des Laurentides — Forêts Canada
Normand Lafrenière, Directeur général intérimaire

Centre de recherche et de développement sur les aliments (Agriculture Canada)
Claude B. Aubé, Directeur

Conseil des recherches médicales du Canada
Mary-Anne Lipke, Secrétaire du Conseil
Guy Beauchemin, Directeur du programme universités-entreprises

Centre de recherches pour le développement international
Hope Dupré

Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada
Mireille Brochu, Secrétaire générale
Geneviève Tanguay, Analyste principale à la planification

Conseil national de recherches du Canada
David M. Ellis, Coordonnateur, région du Québec, Programme d'aide à la recherche industrielle — Service de consultation régionale
Jim Rollefson, Programme d'aide à la recherche industrielle
Paul P. Matteau, Directeur des programmes de biotechnologie

Centre Saint-Laurent, Environnement Canada
Claire Marier, Adjointe au Directeur, Développement technologique
Yvan Valiquette, Directeur, Développement technologique

Industrie, Sciences et Technologie Canada
Serge Hébert, Chargé de secteur — secteur biotechnologies
Rick Walker, Technologies sratégiques — volet biotechnologie

Institut Maurice Lamontagne — Pêches et Océans Canada
Jean Boulva, Directeur régional, Sciences

Institut des Biosciences marines - CNRC
Roger Foxall, Directeur général

Gouvernement du Québec

Agriculture, Pêcheries et Alimentation — Québec
Jean Hébert, Directeur, Direction de la recherche et du développement
Robert Marcoux, Directeur, Service de soutien à la gestion, Direction du développement des entreprises
Jean-Marie Bélanger, Directeur, Service de soutien à l'innovation, Direction du développement des entreprises

Mishèle Bérubé, Directrice, Direction générale du développement des entreprises

Lucien Poirier, Directeur, Direction de la recherche scientifique et technique — Pêches et aquiculture

Michel Lacaille, Chargé de projet en technologies avancées des produits marins, Direction de la recherche scientifique et technique — Pêches et aquiculture

Luc Vézina, Chef de la division de la recherche en régie et en protection des arbres, Service de phytotechnie

Bernard Aurouze, Directeur, Service des technologies alimentaires

Centre de recherches minérales du Québec

Alain Claveau, Directeur du développement technologique

Conseil des recherches en pêche et en agro-alimentaire du Québec

Diane Vincent, Sous-ministre adjointe à la recherche et à l'enseignement

Énergie et Ressources, Québec

Claude Desjarlais, Directeur des politiques — Secteur Énergie

Environnement, Québec

André Marsan, Sous-ministre adjoint — milieu industriel

Yvon Gosselin, Directeur, Direction de la recherche et des technologies environnementales

Fonds de recherche en santé du Québec

Patrick Vinet, Président

Fonds pour la formation de chercheurs et l'aide à la recherche

Francesco Arena, Directeur des politiques et de la planification

Yves Rousseau, Directeur des programmes scientifiques

Forêts — Québec

Jean-Paul Gilbert, Directeur du développement industriel

Rénald Harvey, Chef du service des laboratoires

Gilles Vallée, Chef du Service de l'amélioration des arbres

Industrie, Commerce et Technologie, Québec

Jocelyn Buteau, Conseiller en développement industriel, agronome, Direction des industries pétrochimiques et biotechnologiques

Philippe Éloy, Directeur, Direction de l'innovation technologique

Georges Lagacé, Conseiller en développement technologique, Direction de l'innovation technologique

Roger Marchand, Directeur (à partir d'août 1991), Direction des industries pétrochimiques et biotechnologiques

Marie-Odile Martin, Conseillère en développement industriel, Direction des industries pétrochimiques et biotechnologiques

Marc St-Onge, Directeur (jusqu'en août 1991), Direction des industries pétrochimiques et biotechnologiques

Conseil Éxcutif

Jean-Guy Lavigne, Secrétariat du Grand Montréal

Albert Juneau, Secrétariat du Grand Montréal

Universités

Conférence des recteurs et des principaux des universités du Québec

Jacques L'Écuyer, Président, Commission de la recherche, ainsi que les membres de la Commission de la recherche.

École polytechnique, Université de Montréal

Denis Beaudry, Directeur, Centre de développement technologique

Gilbert Drouin, Directeur de la recherche et des études supérieures

Denis Rouleau, Directeur, Département de génie chimique

Institut national de la recherche scientifique

Alain Soucy, Directeur général

Université Concordia

Maurice Cohen, Vice-recteur aux Relations institutionnelles et aux Finances)

Jack Lightstone, Vice-recteur adjoint à la Recherche académique

Roch Prud'homme, Directeur, Bureau de liaison entreprise-université

Audrey Williams, Directrice, Research Services

Université de Sherbrooke

Jacques Oliva Bélair, Adjoint au vice-recteur à la recherche

Jean-Pierre Kesteman, Adjoint au vice-recteur à l'enseignement

Jean-Paul Thirion, Professeur, Département de microbiologie

André Caillé, Vice-recteur à la recherche

Jean-Guy Ouellet, Vice-recteur à l'enseignement

Université du Québec

Jean Lebel, Directeur des études avancées et de la recherche

Jacques L'Écuyer, Vice-président à l'enseignement et à la recherche

Université Laval

Guy Bellemare, Professeur, Faculté des sciences et de génie, Département de biochimie, Membre du Comité consultatif national de la biotechnologie

Michel Dumas, Directeur, Bureau de la recherche subventionnée, Vice-rectorat à la recherche

Denis Gagnon, Vice-recteur à la recherche

Roger Godbout, Adjoint au vice-recteur à la recherche

Jean-Claude Méthot, Vice-recteur aux études

Pierre Pedneau, Directeur, Bureau de valorisation des applications de la recherche

Joël de la Noüe, Directeur, Département des sciences et de technologie des aliments, Président du Conseil de l'aquiculture et des pêches du Québec

Université McGill

R.D. Brassinga, Administrateur des inventions et brevets, Bureau de la recherche industrielle

Mary K. McLenahan, Directrice adjointe, Centre de biotechnologie Sheldon

Robert A. Murgita, Professeur et Directeur, Département microbiologie et immunologie, Managing Director, Centre de biotechnologie Sheldon

Roger K. Prichard, Vice-principal (recherche), Doyen — Faculté des études supérieures et de la recherche

Bitten Stripp, Directrice, Bureau de la recherche industrielle

Jeannine Vasseur, Adjointe au Vice-principal

Université du Québec à Montréal

François Carreau, Doyen des Études avancées

Réginald Trépanier, Adjoint à la doyenne des études de 1er cycle

André Trudel, Bureau de liaison pour le recherche et le développement

Monique Lefebvre-Pinard, Vice-rectrice à la recherche

Université de Montréal

Francine Gariépy, Responsable de l'information et des communications, Bureau de liaison Entreprises-Universités

Maurice St-Jacques, Adjoint au vice-recteur

René Simard, Vice-recteur à l'enseignement et la recherche

Autres

Cégep Sainte-Foy

Jean-Pierre Sabourin, Coordonnateur du département de biologie

Biocapital

Bernard Coupal, Président

Centre d'initiative technologique de Montréal — CITec

Brigitte Lebreton, Directeur, Biotechnologie

Ville de Montréal

Daniel Bissonnette, Commissaire industriel, Commission d'initiative et de développement économiques de Montréal